



0648202
ア-97

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月15日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-074702

出 願 人

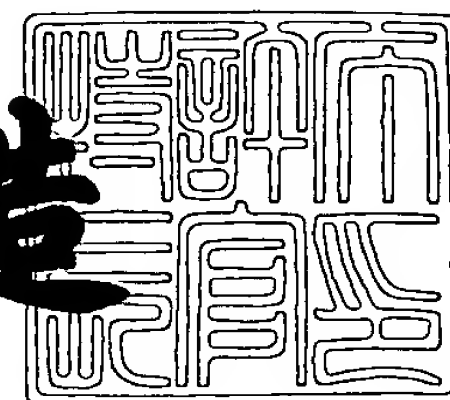
Applicant(s):

株式会社ニコン

2001年 4月20日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3033579

【書類名】 特許願

【整理番号】 01-00153

【提出日】 平成13年 3月15日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社 ニコ
ン 内

【氏名】 柴崎 祐一

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社 ニコン

【代理人】

【識別番号】 100068755

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 博宣

【選任した代理人】

【識別番号】 100105957

【弁理士】

【氏名又は名称】 恩田 誠

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000- 99882

【出願日】 平成12年 3月31日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002956

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 1 - 0 7 4 7 0 2

【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9800462
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光学素子保持装置、鏡筒及び露光装置並びにマイクロデバイスの製造方法。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光学素子の周縁部を保持する保持部と、
前記保持部に連結された連結部と、
前記保持部と前記連結部とを相対移動させることにより、前記光学素子を移動する駆動機構とを有することを特徴とする光学素子保持装置。

【請求項 2】 第 1 の光学素子の周辺部を保持する第 1 保持部と、
前記第 1 保持部に連結された連結部と、
前記第 1 保持部と前記連結部とを相対移動させることにより、前記第 1 の光学素子を移動する駆動機構と、
前記連結部に設けられ、前記駆動機構の駆動力を与えることなく第 2 の光学素子を保持する第 2 保持部とを有することを特徴とする光学素子保持装置。

【請求項 3】 光学素子の周辺部を保持する保持部と、
前記保持部に連結された連結部と、
前記連結部に設けられ、前記保持部と前記連結部とを相対移動させることにより、前記光学素子を移動する駆動機構と、
前記光学素子の移動量を計測する計測装置とを備え、
前記の計測装置の少なくとも一部を、断熱材を介して前記保持部及び前記連結部の少なくとも一方に取り付けたことを特徴とする光学素子保持装置。

【請求項 4】 前記計測装置は、前記連結部に対する前記保持部の変位量を計測し、その計測結果に基づいて、前記光学素子の移動量を求めることを特徴とする請求項 3 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 5】 前記計測装置は、前記保持部に取り付けられた被測定部と、前記連結部に取り付けられた計測ヘッドとを備える光学式エンコーダを含むことを特徴とする請求項 3 または請求項 4 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 6】 前記駆動機構を前記連結部に等角度間隔をおいて少なくとも 3 つ設けたことを特徴とする請求項 3 ～請求項 5 のうちいずれか一項に記載の光

学素子保持装置。

【請求項 7】 前記計測装置を前記等角度間隔において設けられた前記駆動機構の中間に配置したことを特徴とする請求項 6 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 8】 前記連結部は、円環状に形成され、
前記駆動機構は、アクチュエータを有し、
前記アクチュエータは、前記連結部に対して、前記アクチュエータの変位方向が前記連結部の外周面の接線方向に沿うように配置されていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 7 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 9】 前記アクチュエータと前記連結部との間に配置される回転ピボットをさらに備えることを特徴とする請求項 8 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 0】 前記回転ピボットの一部は、前記光学素子の光軸に対して交差する方向に、かつ前記連結部に切り欠いて形成される切り欠きばねを有することを特徴とする請求項 9 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 1】 前記連結部は、前記連結部を切り欠いて形成された開口部を有し、前記アクチュエータは、前記開口部に収容されることを特徴とする請求項 8 ～請求項 1 0 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 2】 前記アクチュエータは、圧電素子を含むことを特徴とする請求項 8 ～請求項 1 1 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 3】 前記駆動機構は、アクチュエータと、前記アクチュエータの変位量を保持部に伝達する第 1 リンク機構と、前記保持部と前記連結部との相対移動を所定の方に案内する第 2 リンク機構とを含み、前記保持部は、前記第 1 リンク機構及び前記第 2 リンク機構を介して、前記連結部に連結されることを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 2 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 4】 前記アクチュエータの変位方向と、前記光学素子の移動方向が異なる場合、前記第 1 リンク機構は、前記アクチュエータの変位方向を前記光学素子の移動方向に一致するように変換することを特徴とする請求項 1 3 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 5】 前記第 1 リンク機構は、前記アクチュエータの変位量を拡

大する変位拡大機構を含むことを特徴とする請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 6】 前記第 1 リンク機構は、前記光学素子の光軸に対して交差する方向に延びるように、前記連結部を切り欠いて形成される切り欠きばねを含むことを特徴とする請求項 1 5 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 7】 前記切り欠きばねは、前記光学素子の光軸に対して交差する方向に形成された複数のスリットと複数の貫通孔とを有する弾性ヒンジリンク機構で構成されることを特徴とする請求項 1 6 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 8】 前記第 2 リンク機構は、前記第 1 リンク機構と協働し、前記アクチュエータの変位が前記第 1 リンク機構を介して前記第 1 保持部に伝達されたときに、前記第 1 保持部を所定方向に案内することを特徴とする請求項 1 3 ～請求項 1 7 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 1 9】 前記第 2 リンク機構は、前記光学素子の光軸に対して交差するように延びる複数の貫通孔と、前記複数の貫通孔に連続して形成された複数のスリットとにより区画された平行リンク機構を含み、

前記平行リンク機構は、前記光学素子の接線に沿うように配置されることを特徴とする請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 0】 前記連結部は、軸線と交差する端面の少なくとも一方に、前記軸線方向に沿って隣接して配置される光学素子保持装置を取り付ける取付面を有することを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 9 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 1】 前記第 2 リンク機構は、光学素子の光学的ピボタル位置とほぼ一致するように、前記第 1 保持部を案内することを特徴とする請求項 1 3 ～請求項 1 9 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 2】 前記第 1 保持部に接続され、前記第 1 保持部をその原点位置に復帰させる復帰機構を有することを特徴とする請求項 1 ～請求項 2 1 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 3】 前記第 1 保持部は、前記第 1 の光学素子の周縁部を保持するインナリング部を有し、

前記連結部は、他のアウトリング部に対する取付部が設けられたアウトリング部を有し、

前記駆動機構は、前記インナリング部と前記アウトリング部とを連結するとともに、前記アウトリング部に設けられたアクチュエータを有することを特徴とする請求項 2 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 4】 前記アクチュエータは、前記アウトリング部の側壁に形成された切欠部内に配置されることを特徴とする請求項 2 3 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 5】 前記駆動機構は、前記アウトリング部の側壁に形成された第 1 リンク機構及び第 2 リンク機構を有し、

前記第 1 リンク機構は、前記インナリング部に連結され、前記アクチュエータの変位を前記インナリング部に伝達し、

前記第 2 リンク機構は、前記インナリング部に連結され、前記第 1 リンク機構と協働し、前記アクチュエータの変位量が前記インナリング部に伝達されたときに、前記インナリング部を所定方向に案内することを特徴とする請求項 2 3 または請求項 2 4 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 6】 前記取付部は、前記アウトリング部の一端または他端の少なくとも一方に設けられることを特徴とする請求項 2 3 ～請求項 2 5 のいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 7】 前記インナリング部と前記アウトリング部との相対移動を計測する計測装置を有し、

前記計測装置は、前記インナリング部に設けられた被測定部と、前記アウトリング部の側壁に形成された切欠部に設けられ、該切欠部の開口を介して前記被測定部の変位量を計測する計測ヘッドとを備えることを特徴とする請求項 2 3 ～請求項 2 6 のいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 8】 前記駆動機構は、所定の変位するとともに、その変位量を拡大する変位拡大機構と、前記保持部と前記連結部との間に配置され、前記保持部と前記連結部との相対移動を所定の変位方向に案内する案内機構とを含み、

前記保持部は、前記変位拡大機構及び前記案内機構を介して前記連結部に連結

されることを特徴とする請求項 1 ～請求項 2 7 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置。

【請求項 2 9】 光学素子を保持する鏡筒本体を有する光学素子保持装置において、

前記鏡筒本体は、前記光学素子の周縁部を保持するインナリング部と、前記インナリング部と一体に形成されたアウトリング部とを有し、

前記鏡筒本体に設けられ、前記インナリング部を移動させることにより、前記光学素子を移動する駆動機構を有し、

前記駆動機構は、前記鏡筒本体に取付けられ、所定の方向に変位するアクチュエータと、前記アウトリング部に形成され、前記アクチュエータの変位量を前記インナリング部に伝達するリンク機構とを有することを特徴とする光学素子保持装置。

【請求項 3 0】 前記リンク機構は、前記アクチュエータと前記インナリング部に連結される第 1 リンク機構と、前記インナリング部に連結され、前記第 1 リンク機構と協働し、前記アクチュエータの変位量が前記インナリング部に伝達されたときに、前記インナリング部を所定方向に案内する第 2 リンク機構とを有することを特徴とする請求項 2 9 に記載の光学素子保持装置。

【請求項 3 1】 内部に複数の光学素子を保持する鏡筒において、
前記光学素子の少なくとも 1 つを、請求項 1 ～請求項 3 0 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置を介して保持したことを特徴とする鏡筒。

【請求項 3 2】 マスク上に形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に転写する露光装置において、

前記投影光学系は、複数の光学素子を収容する鏡筒を有し、

前記複数の光学素子は、請求項 1 ～請求項 3 0 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置で保持され、

前記鏡筒は、前記光学素子保持装置の取付面を介して積層されて構成されることを特徴とする露光装置。

【請求項 3 3】 請求項 3 2 に記載の露光装置を用いてマイクロデバイスを製造するマイクロデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイス、あるいはレチクル、フォトマスク等のマスクなどの製造プロセスにおけるフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置において、投影光学系等の光学素子を保持するための光学素子保持装置に関するものである。また、その光学素子保持装置を用いて光学素子を保持してなる鏡筒、及びその鏡筒を備えた露光装置に関するものである。さらに、この露光装置を用いて製造するマイクロデバイスの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

この種の露光装置においては、マスクとしてのレチクル上のパターンが照明光学系により照明される。そして、そのパターンの像が投影光学系を介して、フォトレジスト等の感光材料を塗布してなる基板としてのウエハまたはガラスプレート等に区画された各ショット領域に転写されるようになっている。

【0003】

ところで、近年における半導体素子等の著しい高度集積化に伴って、パターンがますます微細化してきている。このため、前記のような露光装置では、波面収差やディストーションの極めて少ない投影光学系が要求されるようになってきている。このような要求に対応するため、従来から、例えば図23に示すように、投影光学系を構成する鏡筒内には、レンズ等の光学素子を光軸方向に移動させるとともに、その光学素子をチルト可能に保持するための光学素子保持装置を備える。そして、駆動機構により光学素子を移動して精密に位置決めするようにした構成が提案されている。

【0004】

すなわち、この図23に示す従来構成においては、鏡筒91内に收容される複数のレンズ92のうちで、レチクルRの近傍に位置するレンズ92aが光学素子保持装置93を介して、光軸方向に移動可能に、またはチルト可能に保持されて

いる。また、複数のレンズ 9 2 のうちで、鏡筒 9 1 の中間部及びウエハ W の近傍に位置する他のレンズ 9 2 b は、鏡筒 9 1 の鏡筒本体 9 1 a 内に收容され、かつレンズ 9 2 a に対して固定されている。

【 0 0 0 5 】

図 2 3 のレンズ 9 2 a を保持する構成を図 2 5 に示す。図 2 3 及び図 2 5 に示すように、前記光学素子保持装置 9 3 においては、鏡筒本体 9 1 a 上にサブ鏡筒 9 1 b が案内機構としての 3 つの板バネ 9 4 を介して光軸方向へ移動可能に連結されている。これら板バネ 9 4 の一端は、ボルト 9 8 により鏡筒本体 9 1 a またはサブ鏡筒 9 1 c に固定され、他端は、ボルト 9 8 によりサブ鏡筒 9 1 b に固定される。そして、このサブ鏡筒 9 1 b 内に前記レンズ 9 2 a が保持されている。図 2 3 に示すように、鏡筒本体 9 1 a の側部には、圧電素子等よりなる駆動機構としての複数のアクチュエータ 9 5 が光軸方向と平行な方向へ延びるように配設されている。これらのアクチュエータ 9 5 により、サブ鏡筒 9 1 b を介してレンズ 9 2 a が光軸方向へ移動されるようになっている。各アクチュエータ 9 5 の外側近傍に位置するように、鏡筒本体 9 1 a 上には複数のセンサ 9 6 が配設され、これらのセンサ 9 6 により、サブ鏡筒 9 1 b の位置及び姿勢が検出されるようになっている。

【 0 0 0 6 】

このような構成の鏡筒 9 1 では、製造段階においてアクチュエータ 9 5 によりレンズ 9 2 a を收容したサブ鏡筒 9 1 b を光軸方向へ容易に移動することができ、投影光学系を効率よく製造することが可能となる。また、投影光学系を露光装置に搭載した後の実稼動時においても、大気圧変化及び照射熱等により発生する諸収差やディストーションの変化等を、露光中にリアルタイムで容易に補正することが可能となる。

【 0 0 0 7 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、前記従来構成においては、鏡筒 9 1 内に收容される複数のレンズ 9 2 のうちで、アクチュエータ 9 5 によりサブ鏡筒 9 1 b を介して移動調整されるレンズ 9 2 a が、レチクル R の近傍に位置するものに限定されている。このため

、補正できる収差の種類も限られるという問題があった。

【 0 0 0 8 】

すなわち、鏡筒 9 1 の中間部に位置するレンズ群は、レチクル R に近い上端部のレンズ群に比較し、光軸方向への移動及びチルトにおいて結像性能に対し極めて敏感である。従って、中間部のレンズ群を駆動させる場合には、レチクル R に近いレンズ群よりその駆動性能及び案内精度ともにほぼ一桁上位の性能が要求される。よって、従来の鏡筒構造では、このような要求に対応することが困難であった。

【 0 0 0 9 】

もし、投影光学系の中間部のレンズ 9 2 b を可動させる場合、上述したレンズ 9 2 a と同様にレンズ 9 2 b を収容するサブ鏡筒を設ける必要がある。そして、そのサブ鏡筒上に、サブ鏡筒 9 1 b を移動可能に支持することになる。このため、このような鏡筒 9 1 では、サブ鏡筒 9 1 b の駆動は容易であるが、サブ鏡筒 9 1 b が載置され、中間部のレンズ 9 2 b を収容するサブ鏡筒を駆動することは困難であった。

【 0 0 1 0 】

このような問題に対処するため、図 2 3 の従来構成を変更した図 2 4 に示すような光学素子保持装置 9 3 では、サブ鏡筒 9 1 b を複数段積み上げて、中間部のレンズ群を可動に構成するようになっている。この変更構成では、レンズ 9 2 a を収容した駆動対象であるサブ鏡筒 9 1 b 上に、レンズ 9 2 b を収容した非駆動対象であるサブ鏡筒 9 1 c を直接積み重ねることはできない。このため、支持部材 9 7 を介して上方の構造物を順に積層支持するようになっている。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、この図 2 4 に示す変更構成では、鏡筒 9 1 の外周に支持部材 9 7 が配置されているため、鏡筒 9 1 全体の外径が非常に大きなものになるという問題があった。また、各サブ鏡筒 9 1 b と対応するアクチュエータ 9 5 やセンサ 9 6 が、支持部材 9 7 の内側に入り込むため、それらの点検交換等のメンテナンスが困難になるという問題もあった。

【 0 0 1 2 】

さらに、この変更構成のように、中間部のレンズ群を駆動対象とした場合、特定の波面収差やディストーション成分を、そのレンズの単一駆動で補正できることはほとんどなく、原理上最低5つの駆動箇所が必要となる。このため、サブ鏡筒91bを有する光学素子保持装置93を5段積み上げた場合、光軸方向にも大嵩になって鏡筒91が大型化してしまうことになる。そして、鏡筒91内に非駆動対象となる残りの複数のレンズ92bを支持するためのスペースを確保するのが困難になるという問題もあった。

【0013】

しかも、図24に示す変更構成では、各光学素子保持装置93のアクチュエータ95として、高精度、低発熱、高剛性及び高クリーン度の圧電素子を使用した場合、圧電素子自身の長さが光軸方向と平行な方向に長くなってしまう。このため、アクチュエータ95として、コンパクトで大きな可動範囲を有するボイスコイルモータや流体圧駆動部材を使用せざるを得なかった。

【0014】

ところが、ボイスコイルモータを使用した場合には、作動時に発熱を伴うため、レンズ92aを収容したサブ鏡筒91bを精密に位置決めすることができない上に、発熱に起因する諸収差を併発するという問題が生じた。また、流体圧駆動部材を使用した場合には、位置決め対象物であるサブ鏡筒91bの支持剛性が不足して、外部から侵入する振動の影響を受けやすく、サブ鏡筒91bの振動が増加するとともに、制御応答性が低下するという問題が生じた。特に、近年のスキャン型露光装置では、レチクルステージ及びウエハステージにおける駆動の高速度化が進み、投影光学系の鏡筒に加わる加速度も増加している。このような状況下では、サブ鏡筒91bを支持する剛性力を高く保つことは必須の要件とされている。

【0015】

一方、図23に示す従来構成及び図24に示す変更構成においては、光学素子保持装置93の案内機構として、板バネ94が使用されている。この板バネ94は図26に示すように、板バネ94の両端部と、それらの固定部材をなす鏡筒本体91a及びサブ鏡筒91b、91cとの間で滑りが生じるのを回避することが

できない。

【 0 0 1 6 】

すなわち、アクチュエータ 9 5 により、レンズ 9 2 a 及びサブ鏡筒 9 1 b が光軸方向へ移動されると、図 2 6 に示すように、板バネ 9 4 に撓みが生じる。この場合、板バネ 9 4 の両端と固定部材 9 1 a ~ 9 1 c との接合面間の滑りを、ボルト 9 8 の締付力のみにより、サブ μm オーダで拘束することは事実上不可能である。この滑りを発生する大きな原因は、図 2 7 に示すように、板バネ 9 4 が変形された際に余弦誤差が生じることにある。つまり、水平に配置され、その一端が固定された長さ L の板バネ 9 4 が、角度 α だけ撓んだ場合、撓んだ板バネ 9 4 の両端間の水平距離は撓む前の板バネ 9 4 より余弦誤差 $L(1 - \cos \alpha)$ だけ短い。従って、板バネ 9 4 と固定部材 9 1 a ~ 9 1 c との間に、余弦誤差 $L(1 - \cos \alpha)$ を補償するようなサブ μm オーダの滑りが生じる。

【 0 0 1 7 】

また、この板バネ 9 4 よりなる案内機構では、3 箇所の板バネ 9 4 の取付状態、材質、寸法等にばらつきがあるため、レンズ 9 2 a 及びサブ鏡筒 9 1 b が光軸方向へ移動された際、図 2 8 に示すように、光軸方向の変位に付随して必ず一定量の径方向の変位が生じる。

【 0 0 1 8 】

この変位量は、極微小であれば結像性能そのものには影響は小さいが、所定値を超えるとウエハ W 上で像シフトを生じて、重ね合わせ精度を悪化させることになる。この場合、予めそれらの変位量を測定しておき、ウエハステージで補正することにより、重ね合わせ精度を確保することができる。ただし、それを可能とするためには、光軸方向の変位と径方向の変位とが 1 対 1 で対応していること、すなわち光軸方向の変位に対する径方向の変位に再現性が得られて、ヒステリシスがないことが条件となる。なぜなら、前記ウエハステージによる像シフトの補正は、像の位置をリアルタイムで測定する閉ループ制御ではなく、光軸方向の変位をモニターする開ループ制御とならざるを得ないからである。

【 0 0 1 9 】

ところが、板バネ 9 4 を用いた案内機構では、前記のように板バネ 9 4 の両端

と固定部材 9 1 a ~ 9 1 c との接合面間で滑りが生じるため、図 2 8 に示すように、ヒステリシスが存在することは避け難い。このため、ウェハステージによる像シフトの補正が困難で、重ね合わせ精度を悪化させてしまうという問題があった。

【 0 0 2 0 】

また、光学的見地からの径方向における変位の許容量は、一般にレチクル R 付近では比較的大きいが、中間部付近では厳しくなる。このため、中間部付近のレンズ群を駆動させることは、レチクル R 付近のレンズ群を駆動させることに比べて非常に高い精度が要求される。従って、図 2 4 の変更構成では、収差の補正を高精度に行うことができないという問題もあった。

【 0 0 2 1 】

本発明は、前記のような従来の技術に存在する問題点に着目してなされたものである。その目的としては、光学素子を高精度に駆動することができる光学素子保持装置を提供することにある。

【 0 0 2 2 】

本発明のその他の目的は、鏡筒をコンパクトに構成することができるとともに、光学素子を高精度に駆動することができる光学素子保持装置を提供することにある。

【 0 0 2 3 】

本発明のその他の目的は、全体がコンパクトであるとともに、内部の光学素子を容易かつ高精度に駆動調整することができる鏡筒を提供することにある。

本発明のさらにその他の目的は、投影光学系の光学素子の収差を高精度に調整することができて、パターンの像を基板上に正確に転写することができる露光装置を提供することにある。

【 0 0 2 4 】

本発明のさらにその他の目的は、パターンの像を基板上に正確に転写して製造するマイクロデバイスの製造方法を提供することにある。

【 0 0 2 5 】

【課題を解決するための手段】

前記の目的を達成するために、本願請求項 1 に記載の発明は、光学素子の周縁部を保持する保持部と、前記保持部に連結された連結部と、前記保持部と前記連結部とを相対移動させることにより、前記光学素子を移動する駆動機構とを有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 6 】

この請求項 1 に記載の発明では、駆動素子により保持部と連結部とを相対移動させることで、光学素子が移動される。このため、光学素子に荷重がかかることなく、保持するとともに移動させることができる。特に、保持部と連結部とを内側と外側とにずらして配置することで、鏡筒をコンパクトに構成することができるとともに、連結部において光学素子の光軸方向へ順に積層配置することができる。このため、鏡筒の中間部付近に位置する光学素子であっても、駆動機構により高精度に駆動することができる。

【 0 0 2 7 】

本願請求項 2 に記載の発明は、第 1 の光学素子の周辺部を保持する第 1 保持部と、前記第 1 保持部に連結された連結部と、前記第 1 保持部と前記連結部とを相対移動させることにより、前記第 1 の光学素子を移動する駆動機構と、前記連結部に設けられ、前記駆動機構の駆動力を与えることなく第 2 の光学素子を保持する第 2 保持部とを有することを特徴とするものである。

【 0 0 2 8 】

この請求項 2 に記載の発明では、1 つの光学素子保持装置内に、駆動機構により移動される第 1 の光学素子と、常に静止状態に保たれる第 2 の光学素子とを収容保持することができて、鏡筒をコンパクトに構成することができる。

【 0 0 2 9 】

本願請求項 3 に記載の発明は、光学素子の周辺部を保持する保持部と、前記保持部に連結された連結部と、前記連結部に設けられ、前記保持部と前記連結部とを相対移動させることにより、前記光学素子を移動する駆動機構と、前記光学素子の移動量を計測する計測装置とを備え、前記の計測装置の少なくとも一部を、断熱材を介して前記保持部及び前記連結部の少なくとも一方に取り付けたことを特徴とするものである。

【 0 0 3 0 】

この請求項 3 に記載の発明では、計測装置にて保持部と連結部との相対移動量を計測することにより、光学素子の移動量を適正に測定することができる。また、計測装置で発生する熱が光学素子に伝達されるのを断熱材にて抑制することができ、光学素子の駆動をより高精度に行うことができる。

【 0 0 3 1 】

本願請求項 4 に記載の発明は、前記請求項 3 に記載の発明において、前記計測装置は、前記連結部に対する前記保持部の変位量を計測し、その計測結果に基づいて、前記光学素子の移動量を求めることを特徴とするものである。

【 0 0 3 2 】

この請求項 4 に記載の発明では、計測装置により、連結部に対する保持部の変位量を計測し、その計測結果に基づいて光学素子の移動量を求めることで、その移動量を適正に測定することができる。

【 0 0 3 3 】

本願請求項 5 に記載の発明は、前記請求項 3 または請求項 4 に記載の発明において、前記計測装置は、前記保持部に取り付けられた被測定部と、前記連結部に取り付けられた計測ヘッドとを備える光学式エンコーダを含むことを特徴とするものである。

【 0 0 3 4 】

この請求項 5 に記載の発明では、計測装置として光学式エンコーダを設けたことで、光学素子の移動量をドリフトの影響を回避しつつ高精度に計測することができる。

【 0 0 3 5 】

本願請求項 6 に記載の発明は、前記請求項 3 ～ 請求項 5 に記載の発明において、前記駆動機構を前記連結部に等角度間隔をおいて少なくとも 3 つ設けたことを特徴とするものである。

【 0 0 3 6 】

この請求項 6 に記載の発明では、少なくとも 3 つの駆動機構により、光学素子を光軸方向へ高精度に駆動させることができるとともに、チルトさせることがで

きる。

【 0 0 3 7 】

本願請求項 7 に記載の発明は、前記請求項 6 に記載の発明において、前記計測装置を前記等角度間隔をおいて設けられた前記駆動機構の中間に配置したことを特徴とするものである。

【 0 0 3 8 】

この請求項 7 に記載の発明では、例えば 3 つの駆動装置と 3 つの計測装置とを、連結部の外周部に嵩張ることなく配置することができて、鏡筒を外径方向に対してコンパクトに構成することができる。また、駆動装置と計測装置とが連結部の外周方向に交互に配置することもできて、それらのメンテナンスを容易に行うことができる。

【 0 0 3 9 】

本願請求項 8 に記載の発明は、前記請求項 1 ～請求項 7 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記連結部は、円環状に形成され、前記駆動機構は、アクチュエータを有し、前記アクチュエータは、前記連結部に対して、前記アクチュエータの変位方向が前記連結部の外周面の接線方向に沿うように配置されていることを特徴とするものである。

【 0 0 4 0 】

この請求項 8 に記載の発明では、駆動機構を連結部の外周面から大きく突出することなく配置することができる。また、駆動機構が鏡筒を光学素子の光軸方向に大型化させることがない。このため、鏡筒をコンパクトに構成することができる。

【 0 0 4 1 】

本願請求項 9 に記載の発明は、前記請求項 8 に記載の発明において、前記アクチュエータと前記連結部との間に配置される回転ピボットをさらに備えることを特徴とするものである。

【 0 0 4 2 】

この請求項 9 に記載の発明では、アクチュエータの駆動力を歪みが生じることなく保持部に伝達することができて、光学素子を高精度に駆動させるのに好適で

ある。

【 0 0 4 3 】

本願請求項 1 0 に記載の発明は、前記請求項 9 に記載の発明において、前記回転ピボットの一部は、前記光学素子の光軸に対して交差する方向に、かつ前記連結部に切り欠いて形成される切り欠きばねを有することを特徴とするものである。

【 0 0 4 4 】

この請求項 1 0 に記載の発明では、回転ピボットの摩擦抵抗を低減することができて、アクチュエータの駆動力を保持部に歪みなく好適に伝達することができる。

【 0 0 4 5 】

本願請求項 1 1 に記載の発明は、前記請求項 8 ～請求項 1 0 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記連結部は、前記連結部を切り欠いて形成された開口部を有し、前記アクチュエータは、前記開口部に収容されることを特徴とするものである。

【 0 0 4 6 】

この請求項 1 1 に記載の発明では、アクチュエータを連結部の外周に突出することなく、開口部内に収容することができて、鏡筒を一層コンパクトに構成することができる。また、アクチュエータを開口部から連結部の外表面に露出させることもでき、アクチュエータのメンテナンスを容易に行うこともできる。

【 0 0 4 7 】

本願請求項 1 2 に記載の発明は、前記請求項 8 ～請求項 1 1 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記アクチュエータは、圧電素子を含むことを特徴とするものである。

【 0 0 4 8 】

この請求項 1 2 に記載の発明では、光学素子を駆動するためのアクチュエータとして、高精度、低発熱、高剛性及び高クリーン度の優れた特性を発揮することができる。

【 0 0 4 9 】

本願請求項 1 3 に記載の発明は、前記請求項 1 ～請求項 1 2 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記駆動機構は、アクチュエータと、前記アクチュエータの変位量を保持部に伝達する第 1 リンク機構と、前記保持部と前記連結部との相対移動を所定の方向に案内する第 2 リンク機構とを含み、前記保持部は、前記第 1 リンク機構及び前記第 2 リンク機構を介して、前記連結部に連結されることを特徴とするものである。

【 0 0 5 0 】

この請求項 1 3 に記載の発明では、駆動機構の変位に基づいて、保持部と連結部とを相対移動させる際に、その相対移動を第 2 リンク機構により所定の方向へ正確に案内することができる。よって、光学素子を高精度に駆動する構成として好適である。

【 0 0 5 1 】

本願請求項 1 4 に記載の発明は、前記請求項 1 3 に記載の発明において、前記アクチュエータの変位方向と、前記光学素子の移動方向が異なる場合、前記第 1 リンク機構は、前記アクチュエータの変位方向を前記光学素子の移動方向に一致するように変換することを特徴とするものである。

【 0 0 5 2 】

この請求項 1 4 に記載の発明では、アクチュエータの変位方向と光学素子の移動方向が異なる場合でも、第 1 リンク機構によりアクチュエータの変位を光学素子の移動方向に一致するように変換して保持部に伝達することができる。よって、構成の簡略化を図ることができる。

【 0 0 5 3 】

本願請求項 1 5 に記載の発明は、前記請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の発明において、前記第 1 リンク機構は、前記アクチュエータの変位量を拡大する変位拡大機構を含むことを特徴とする

この請求項 1 5 に記載の発明では、駆動機構の僅かな変位を変位拡大機構により大きな変位に拡大することができて、保持部と連結部とを大きな変位量で相対移動させることができる。よって、光学素子を高精度に駆動する構成として好適である。

【 0 0 5 4 】

本願請求項 1 6 に記載の発明は、前記請求項 1 5 に記載の発明において、前記第 1 リンク機構は、前記光学素子の光軸に延びるように、前記連結部を切り欠いて形成される切り欠きばねを含むことを特徴とするものである。

【 0 0 5 5 】

この請求項 1 6 に記載の発明では、第 1 リンク機構を保持部及び連結部と一体の部材で形成することができて、構造を簡略化することができるとともに、部品点数を減少させることができる。

【 0 0 5 6 】

本願請求項 1 7 に記載の発明は、前記請求項 1 6 に記載の発明において、前記切り欠きばねは、前記光学素子の光軸に対して交差する方向に形成された複数のスリットと複数の貫通孔とを有する弾性ヒンジリンク機構で構成されることを特徴とするものである。

【 0 0 5 7 】

この請求項 1 7 に記載の発明では、第 1 リンク機構の構造が簡単で部品点数を減少させることができる。

本願請求項 1 8 に記載の発明は、前記請求項 1 3 ～請求項 1 7 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記第 2 リンク機構は、前記第 1 リンク機構と協働し、前記アクチュエータの変位が前記第 1 リンク機構を介して前記第 1 保持部に伝達されたときに、前記第 1 保持部を所定方向に案内することを特徴とするものである。

【 0 0 5 8 】

この請求項 1 8 に記載の発明では、アクチュエータの変位に基づいて、第 1 保持部と連結部とを相対移動させる際に、その相対移動を第 2 リンク機構により所定の方向へより正確に案内することができる。このため、第 1 の光学素子を、より正確にその光軸方向に駆動及びチルト駆動させることができる。

【 0 0 5 9 】

本願請求項 1 9 に記載の発明は、前記請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の発明において、前記第 2 リンク機構は、前記光学素子の光軸に対して交差するよう

に延びる複数の貫通孔と、前記複数の貫通孔に連続して形成された複数のスリットとにより区画された平行リンク機構を含み、前記平行リンク機構は、前記光学素子の接線に沿うように配置されることを特徴とするものである。

【 0 0 6 0 】

この請求項 1 9 に記載の発明では、第 2 リンク機構の構造が簡単で部品点数を減少させることができるとともに、光学素子の径方向変位をより確実に規制することができて、光学素子を光軸方向に沿ってより正確に移動させることができる。また、平行リンク機構の振じれ方向の柔軟性が増すため、光学素子のチルト動作の可動範囲を拡大することができる。

【 0 0 6 1 】

本願請求項 2 0 に記載の発明は、前記請求項 1 ～請求項 1 9 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記連結部は、軸線と交差する端面の少なくとも一方に、前記軸線方向に沿って隣接して配置される光学素子保持装置を取り付ける取付面を有することを特徴とするものである。

【 0 0 6 2 】

この請求項 2 0 に記載の発明では、複数の光学素子保持装置の連結部を、それらの取付面にて重合させることにより、光学素子の光軸方向へ安定状態で積層配置することができる。

【 0 0 6 3 】

本願請求項 2 1 に記載の発明は、前記請求項 1 3 ～請求項 1 9 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記第 2 リンク機構は、光学素子の光学的ピボタル位置とほぼ一致するように、前記第 1 保持部を案内することを特徴とするものである。

【 0 0 6 4 】

この請求項 2 1 に記載の発明では、光学素子のチルト動作時等においても径方向変位が生じることなく、光学素子を光軸方向へより正確に移動させることができる。

【 0 0 6 5 】

本願請求項 2 2 に記載の発明は、前記請求項 1 ～請求項 2 1 のうちいずれか一

項に記載の発明において、前記第 1 保持部に接続され、前記第 1 保持部をその原点位置に復帰させる復帰機構を有することを特徴とするものである。

【 0 0 6 6 】

この請求項 2 2 に記載の発明では、駆動機構による第 1 保持部の可動範囲を拡大することができて、光学素子を高精度に駆動する構成として好適である。

本願請求項 2 3 に記載の発明は、前記請求項 2 に記載の発明において、前記第 1 保持部は、前記第 1 の光学素子の周縁部を保持するインナリング部を有し、前記連結部は、他のアウトリング部に対する取付部が設けられたアウトリング部を有し、前記駆動機構は、前記インナリング部と前記アウトリング部とを連結するとともに、前記アウトリング部に設けられたアクチュエータを有することを特徴とするものである。

【 0 0 6 7 】

この請求項 2 3 に記載の発明では、第 1 保持部と連結部とを内側のインナリング部と外側のアウトリング部とにずらして配置することで、鏡筒をコンパクトに構成することができる。また、連結部において光学素子の光軸方向へ順に積層配置することができる。このため、鏡筒の中間部付近に位置する光学素子であっても、駆動機構により高精度に駆動することができる。

【 0 0 6 8 】

本願請求項 2 4 に記載の発明は、前記請求項 2 3 に記載の発明において、前記アクチュエータは、前記アウトリング部の側壁に形成された切欠部内に配置されることを特徴とするものである。

【 0 0 6 9 】

この請求項 2 4 に記載の発明では、前記請求項 1 1 に記載の発明の作用とほぼ同様の作用が発揮される。

本願請求項 2 5 に記載の発明は、前記請求項 2 3 または請求項 2 4 に記載の発明において、前記駆動機構は、前記アウトリング部の側壁に形成された第 1 リンク機構及び第 2 リンク機構を有し、前記第 1 リンク機構は、前記インナリング部に連結され、前記アクチュエータの変位を前記インナリング部に伝達し、前記第 2 リンク機構は、前記インナリング部に連結され、前記第 1 リンク機構と協働し

、前記アクチュエータの変位量が前記インナリング部に伝達されたときに、前記インナリング部を所定方向に案内することを特徴とするものである。

【 0 0 7 0 】

この請求項 2 5 に記載の発明では、前記請求項 1 3 に記載の発明の作用とほぼ同様の作用が発揮される。

本願請求項 2 6 に記載の発明は、前記請求項 2 3 ～請求項 2 5 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記取付部は、前記アウトリング部の一端または他端の少なくとも一方に設けられることを特徴とするものである。

【 0 0 7 1 】

この請求項 2 6 に記載の発明では、前記請求項 2 0 に記載の発明の作用とほぼ同様の作用が発揮される。

本願請求項 2 7 に記載の発明は、前記請求項 2 3 ～請求項 2 6 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記インナリング部と前記アウトリング部との相対移動を計測する計測装置を有し、前記計測装置は、前記インナリング部に設けられた被測定部と、前記アウトリング部の側壁に形成された切欠部に設けられ、該切欠部の開口を介して前記被測定部の変位量を計測する計測ヘッドとを備えることを特徴とするものである。

【 0 0 7 2 】

この請求項 2 7 に記載の発明では、前記請求項 5 に記載の発明の作用とほぼ同様の作用が発揮される。

本願請求項 2 8 に記載の発明は、前記請求項 1 ～請求項 2 7 のうちいずれか一項に記載の発明において、前記駆動機構は、所定の方向に変位するとともに、その変位量を拡大する変位拡大機構と、前記保持部と前記連結部との間に配置され、前記保持部と前記連結部との相対移動を所定の方向に案内する案内機構とを含み、前記保持部は、前記変位拡大機構及び前記案内機構を介して前記連結部に連結されることを特徴とするものである。

【 0 0 7 3 】

この請求項 2 8 に記載の発明では、駆動機構のわずかな変位を変位拡大機構を介して拡大して保持部に伝達することができるとともに、その変位に基づく保持

部と前記連結部との相対移動を案内機構を介して所定の方に案内することができる。このため、駆動機構のわずかな変位でもって、光学素子をより高精度に駆動することができる。

【 0 0 7 4 】

本願請求項 2 9 に記載の発明は、光学素子を保持する鏡筒本体を有する光学素子保持装置において、前記鏡筒本体は、前記光学素子の周縁部を保持するインナリング部と、前記インナリング部と一体に形成されたアウトリング部とを有し、前記鏡筒本体に設けられ、前記インナリング部を移動させることにより、前記光学素子を移動する駆動機構を有し、前記駆動機構は、前記鏡筒本体に取付けられ、所定の方に変位するアクチュエータと、前記アウトリング部に形成され、前記アクチュエータの変位量を前記インナリング部に伝達するリンク機構とを有することを特徴とするものである。

【 0 0 7 5 】

この請求項 2 9 に記載の発明では、前記請求項 1 及び請求項 2 に記載の発明の作用とほぼ同様の作用が発揮される。

本願請求項 3 0 に記載の発明は、前記請求項 2 9 に記載の発明において、前記リンク機構は、前記アクチュエータと前記インナリング部に連結される第 1 リンク機構と、前記インナリング部に連結され、前記第 1 リンク機構と協働し、前記アクチュエータの変位量が前記インナリング部に伝達されたときに、前記インナリング部を所定方に案内する第 2 リンク機構とを有することを特徴とするものである。

【 0 0 7 6 】

この請求項 3 0 に記載の発明では、前記請求項 1 8 に記載の発明の作用とほぼ同様の作用が発揮される。

本願請求項 3 1 に記載の発明は、内部に複数の光学素子を保持する鏡筒において、前記光学素子の少なくとも 1 つを、請求項 1 ～請求項 3 0 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置を介して保持したことを特徴とするものである。

【 0 0 7 7 】

この請求項 3 1 に記載の発明では、鏡筒全体をコンパクトに構成することがで

きるとともに、その内部の光学素子を容易かつ高精度に駆動調整することができる。

【 0 0 7 8 】

本願請求項 3 2 に記載の発明は、マスク上に形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に転写する露光装置において、前記投影光学系は、複数の光学素子を収容する鏡筒を有し、前記複数の光学素子は、請求項 1 ～請求項 3 0 のうちいずれか一項に記載の光学素子保持装置で保持され、前記鏡筒は、前記光学素子保持装置の取付面を介して積層されて構成されることを特徴とするものである。

【 0 0 7 9 】

この請求項 3 2 に記載の発明では、投影光学系の光学素子の収差を高精度に調整することができて、微細なパターンの像を基板上により正確に転写することができる。

【 0 0 8 0 】

本願請求項 3 3 に記載の発明は、マイクロデバイスの製造方法において、請求項 3 2 に記載の露光装置を用いてマイクロデバイスを製造することを特徴とするものである。

【 0 0 8 1 】

この請求項 3 3 に記載の発明では、露光精度を向上することができて、高集積度のデバイスを歩留まりよく生産することができる。

【 0 0 8 2 】

【発明の実施の形態】

(第 1 実施形態)

以下に、本発明の第 1 実施形態について図 1 ～図 1 4 に基づいて説明する。

【 0 0 8 3 】

図 1 は、本実施形態の露光装置 3 1 の概略構成を示すものである。図 1 に示すように、この実施形態の露光装置 3 1 は、光源 3 2 と、照明光学系 3 3 と、マスクとしてのレチクル R を保持するレチクルステージ 3 4 と、投影光学系 3 5 と、基板としてのウエハ W を保持するウエハステージ 3 6 とより構成されている。

【 0 0 8 4 】

前記光源 3 2 は、高圧水銀灯、K r F エキシマレーザ光源、A r F エキシマレーザ光源、F 2 レーザ光源、金属蒸気レーザまたは Y A G レーザ等の高調波を発振する光源等のいずれかからなっている。照明光学系 3 3 は、図示しないリレーレンズ、フライアイレンズ、コンデンサレンズ等の各種レンズ系や、開口絞り及び前記レチクル R のパターン面と共役な位置に配置されたブラインド等を含んで構成されている。そして、光源 3 2 から入射される露光光 E L が、この照明光学系 3 3 を通過することにより、レチクル R 上のパターンを均一に照明するように調整される。

【 0 0 8 5 】

前記レチクルステージ 3 4 は、照明光学系 3 3 の下方において、そのレチクル載置面が投影光学系 3 5 の光軸方向と直交するように配置されている。投影光学系 3 5 は、鏡筒 3 7 内に複数の光学素子としてのレンズ 3 8 を収容して構成されている。ウエハステージ 3 6 は、投影光学系 3 5 の下方において、そのウエハ載置面が投影光学系 3 5 の光軸方向と交差するように配置されている。そして、露光光 E L が投影光学系 3 5 を通過する際に、レチクル R 上のパターンの像が所定の縮小倍率にて縮小された状態で、ウエハステージ 3 6 上のウエハ W に転写されるようになっている。

【 0 0 8 6 】

次に、前記投影光学系 3 5 の鏡筒 3 7 の構成について詳細に説明する。

図 1 に示すように、前記鏡筒 3 7 は露光装置のフレーム 4 1 上に載置され、鏡筒の一部を構成する複数の部分群鏡筒 4 2 を光軸方向に積層して構成されている。そして、中間部に位置する部分群鏡筒 4 2 及びそれよりも上方に位置する所定数の部分群鏡筒 4 2 は、光学素子保持装置 4 3 と、その光学素子保持装置 4 3 により光軸方向に移動可能で、かつチルト可能に保持されたレンズ 3 8 a とを備える。以下、光軸方向に移動可能で、かつチルト可能なレンズを可動レンズと称する。

【 0 0 8 7 】

図 2 は、投影光学系 3 5 の鏡筒 3 7 の一部を構成する部分群鏡筒 4 2 を、一部

を切り欠いて示した図である。図 3 は、その部分群鏡筒 4 2 の平面図である。また、図 4 は、その部分群鏡筒 4 2 の断面図である。図 2 ～図 4 に示すように、前記可動レンズ 3 8 a を備える部分群鏡筒 4 2 の鏡筒本体 4 4 は、保持部及び第 1 保持部として機能するインナリング部 4 4 a と、インナリング部 4 4 a が連結される連結部として機能するアウトリング部 4 4 b とを有する。アウトリング部 4 4 b は、後述するように、露光光 E L の光軸方向に沿って配置される他の部分群鏡筒 4 2 に対する取付面 4 8 を備えているため、他の部分群鏡筒 4 2 に対する連結部として機能する。言い換えれば、アウトリング部 4 4 b は、外部装置としての他の部分群鏡筒 4 2、または露光装置本体への連結機能を有する。このアウトリング部 4 4 b とインナリング部 4 4 a とは一体に形成されている。もしくは、アウトリング部 4 4 b とインナリング部 4 4 a とは同一部材で形成されている。アウトリング部 4 4 b は円筒状に形成され、その下端にはベースリング 4 5 が固定されている。インナリング部 4 4 a はその外径がアウトリング部 4 4 b の内径よりも僅かに小さくなるように円筒状に形成され、ベースリング 4 5 の内側において光軸方向へ移動可能及びチルト可能に配置されている。

【 0 0 8 8 】

なお、鏡筒 3 7 を露光装置 3 1 のフレーム 4 1 上に載置する場合は、3 点で、いわゆる「キネマティックに」支持されている。すなわち、鏡筒 3 7 のフランジ部 3 7 a（図 1 参照）の下面と、フレーム 4 1 の上面との間には、キネマティックカップリング機構が設置される。このキネマティックカップリング機構は、フランジ部 3 7 a とフレーム 4 1 との一方に取付けられ、V 溝が形成された第 1 の係合部材と、フランジ部 3 7 a とフレーム 4 1 との他方に取付けられ、上記第 1 の係合部材に係合する凸部（例えば、ボール）を有する第 2 の係合部材とを備える。

【 0 0 8 9 】

さらに、フランジ部 3 7 a とフレーム 4 1 との間には、鏡筒 3 7 の荷重をキャンセルするための荷重キャンセル機構（例えば、弾性部材としてのバネを利用したバネ機構）が取付けられている。また、荷重キャンセル機構の代わりに、エアパッド（ワッシャパッド）を用いてもよい。

【 0 0 9 0 】

このように、フランジ部 3 7 a とフレーム 4 1 との間に、荷重キャンセル機構やエアパッドを設置することによって、鏡筒 3 7 をフランジ部 3 7 a 上に載置するときに発生する応力の均一化を図ることができ、鏡筒 3 7 に対して不均一な応力がかからないようにすることができる。

【 0 0 9 1 】

前記インナリング部 4 4 a には、光軸方向にインナリング部 4 4 a を介して移動される光学素子としての可動レンズ 3 8 a が第 1 レンズセル 4 6 を介して取り付けられている。可動レンズ 3 8 a は、第 1 レンズセル 4 6 に対してその周縁部が、例えば第 1 レンズセル 4 6 の内周面上に複数突設された受け座（図示略）に載置された状態で、レンズ押さえ部材等により固定されている。詳しくは、可動レンズ 3 8 a の周縁部は、互いに平行な面を有するフランジが形成されている。このフランジの下面は、第 1 レンズセル 4 6 の内方に突出する複数の受け座（図示略）に載置され、フランジの上面には、受け座とともにフランジを挟むためのレンズ押さえ部材が取付けられる。

【 0 0 9 2 】

可動レンズ 3 8 a の上方に互いの光軸が一致または光学特性が最適化されるように、アウトリング部 4 4 b には常に静止状態に保たれる光学素子としてのレンズ 3 8 b が第 2 レンズセル 4 7 を介して取り付けられている。このレンズ 3 8 b は、鏡筒本体 4 4 に常に静止している状態であるため、以下、このレンズ 3 8 b を静止レンズと称する。第 1 レンズセル 4 6 により保持された可動レンズ 3 8 a 及び第 2 レンズセル 4 7 により保持された静止レンズ 3 8 b の間に、レンズ室が区画される。

【 0 0 9 3 】

前述したように、鏡筒 3 7 は、光軸方向に積層された複数の部分群鏡筒 4 2 により形成されている。ウエハステージ 3 6 側及びレチクルステージ 3 4 側における各部分群鏡筒 4 2 は、アウトリング部 4 4 b における一方の端面に取付面 4 8 を一つ備える。その間に配置される各部分群鏡筒 4 2 は、アウトリング部 4 4 b における両方の端面に取付面 4 8 を備える。詳述すると、前記アウトリング部 4

4 b の上端面及びベースリング 4 5 の下端面には、平面状の取付面 4 8 がそれぞれ形成されている。そして、複数の部分群鏡筒 4 2 間において、上下の取付面 4 8 が互いに接触して重合されることによって、複数の部分群鏡筒 4 2 の鏡筒本体 4 4 がインナリング部 4 4 a に荷重をかけることなく、光軸方向へ安定状態で積層配置されるようになっている。なお、複数の部分群鏡筒 4 2 の間、すなわち、各部分群鏡筒 4 2 の取付面 4 8 の間には、部分群鏡筒 4 2 間の間隔を調整するための間隔調整部材を配置してもよい。

【 0 0 9 4 】

この間隔調整部材は、アウトリング部 4 4 b の径と略同径を有するリング状のワッシャ、または取付面 4 8 の径方向の長さより小さい径を有するワッシャで形成される。なお、後者のワッシャは、アウトリング部 4 4 b の取付面 4 8 内に、等間隔おきに複数個配置される。

【 0 0 9 5 】

このようにワッシャを用いた場合は、複数の部分群鏡筒 4 2 を積層する際に、各部分群鏡筒 4 2 の取付面 4 8 は直接接触することがない。

図 5 は部分群鏡筒 4 2 の駆動機構の周辺を示す拡大図であり、図 6 はその断面図である。前記アウトリング部 4 4 b の周壁（側壁）には、開口部をなす 3 つの切欠部 4 9（図 2 参照）が等角度間隔をおいて形成されている。図 3 及び図 5 に示すように、各切欠部 4 9 内には、アクチュエータ 5 0 が収容されている。各アクチュエータ 5 0 は、の長手軸がアウトリング部 4 4 b の接線方向に沿うように配置されている。また、各アクチュエータ 5 0 は、アウトリング部 4 4 b の周面に露出している。各アクチュエータ 5 0 は、好ましくは、高精度、低発熱、高剛性、高クリーン度の特性を有する圧電素子から構成される。制御装置 5 1（図 1 参照）は、アクチュエータ 5 0 に制御信号に従う制御電圧を印加し、アクチュエータ 5 0 の伸縮を制御する。このアクチュエータ 5 0 の伸縮方向は、アウトリング部 4 4 b の接線方向に対して、略平行な方向である。

【 0 0 9 6 】

図 1 3 は、アクチュエータ 5 0 とアウトリング部 4 4 b との両端の結合構成を示す図である。図 2、図 5 及び図 1 3 に示すように、前記各アクチュエータ 5 0

の一端に対応して、そのアクチュエータ 5 0 と同方向へ延びるように、アウトリング部 4 4 b の周壁には保持ボルト 5 2 が螺合されている。各アクチュエータ 5 0 の他端と対応するように、アウトリング部 4 4 b に形成された後述する変位拡大機構 6 0 の第 1 リンク 6 2 a 上には結合具 5 3 が固定されている。そして、各アクチュエータ 5 0 の両端が、保持ボルト 5 2 の先端及び結合具 5 3 に対して、円錐溝 5 5 及びボール 5 6 よりなる回転ピボット機構 5 4 を介して相対回転可能に結合されている。

【 0 0 9 7 】

図 9 は部分群鏡筒 4 2 の鏡筒本体 4 4 を示す斜視図であり、図 1 0 はその切欠部 4 9 周辺の拡大図である。また、図 1 1 は、アクチュエータ 5 0 の周辺の拡大図である。図 1 0 に示すように、前記各アクチュエータ 5 0 に対応して、インナリング部 4 4 a の上端面には 3 つの連結アーム部 5 9 が形成されている。各連結アーム部 5 9 の両側縁に連結配置されるように、アウトリング部 4 4 b にはリンク機構としての変位拡大機構 6 0 及び案内機構 6 1 がそれぞれ配設されている。そして、インナリング部 4 4 a がアウトリング部 4 4 b に対し、3 箇所のアクチュエータ 5 0、変位拡大機構 6 0、案内機構 6 1 及び連結アーム部 5 9 を介して、光軸方向へ相対移動可能に連結されている。この変位拡大機構 6 0 が第 1 リンク機構の機能を備え、案内機構 6 1 が第 2 リンク機構の機能を備える。

【 0 0 9 8 】

インナリング部 4 4 a は、3 箇所のアクチュエータ 5 0 の伸縮量がそれぞれ異なった場合に、アウトリング部 4 4 b に対してチルトする。また、インナリング部 4 4 a は、3 箇所のアクチュエータ 5 0 の伸縮量が略等しい場合に、アウトリング部 4 4 b に対して略平行に移動する。

【 0 0 9 9 】

前述したように、可動レンズ 3 8 a は、第 1 レンズセル 4 6 を介してインナリング部 4 4 a に固定されるために、このインナリング部 4 4 a の移動に伴って、可動レンズ 3 8 a が、光軸方向への移動及びチルトする。

【 0 1 0 0 】

前記各変位拡大機構 6 0 は、アクチュエータ 5 0 の伸縮量（変位）を拡大する

変位拡大機構を構成するとともに、アクチュエータ 5 0 の変位の方向を可動レンズ 3 8 a の光軸方向への移動方向に変換する役割も担っている。また、各変位拡大機構 6 0 は、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる弾性ヒンジリンク機構 6 2 で構成されている。

【 0 1 0 1 】

ここで、弾性ヒンジリンク機構 6 2 について説明する。図 1 4 は、弾性ヒンジ部 6 5 の拡大図である。図 1 1 に示すように、各連結アーム部 5 9 の紙面右側においてアウトリング部 4 4 b には、光学素子の光軸に対して交差して延びる複数の貫通孔 6 4 と、複数の貫通孔 6 4 に接続された複数のスリット 6 3 がワイヤカット加工等により形成されている。すなわち、複数の貫通孔 6 4 は、アウトリング部 4 4 b の軸心に向かって延びるように形成されている。また、複数のスリット 6 3 は、アウトリング部 4 4 b の外面からその内面に向かって貫通孔 6 4 に沿って形成されている。これにより、近接する一对の貫通孔 6 4 間に弾性ヒンジ部 6 5 が形成される（図 1 4 参照）。そして、複数のスリット 6 3 及び貫通孔 6 4 によって、弾性ヒンジリンク機構 6 2 の第 1 リンク 6 2 a 及び第 2 リンク 6 2 b が区画される。

【 0 1 0 2 】

図 1 2 は、部分群鏡筒 4 2 におけるアクチュエータ 5 0、変位拡大機構 6 0 及び案内機構 6 1 の動作を模式的に示したものである。図 1 1 及び図 1 2 に示すように、前記第 1 リンク 6 2 a は、図面において右端（アクチュエータ 5 0 の他端部を右端とする）の弾性ヒンジ部 6 5 a を支点 P 1 として、アウトリング部 4 4 b の周壁に回動可能に連結されるとともに、連結点 P 2 をなす前記回転ピボット機構 5 4 を介してアクチュエータ 5 0 の右端に連結されている。また、第 2 リンク 6 2 b は、右端の弾性ヒンジ部 6 5 b を連結点 P 3 として、第 1 リンク 6 2 a の下端に連結されるとともに、左端の弾性ヒンジ部 6 5 c を連結点 P 4 として、連結アーム部 5 9 の右側縁に連結されている。ここで、アクチュエータ 5 0 の一端部（図面において左端）の回転ピボット機構 5 4 は、支点 P 0 に相当する。

【 0 1 0 3 】

そして、アクチュエータ 5 0 が左端の回転ピボット機構 5 4 を支点 P 0 として

回転されながら伸長変位されたとき、第 1 リンク 6 2 a が支点 P 1 を中心にして図 1 2 の時計方向に回転されるとともに、第 2 リンク 6 2 b が上方に移動されて、連結アーム部 5 9 が上方に移動変位される。この場合、第 1 リンク 6 2 a 及び第 2 リンク 6 2 b の作動により、アクチュエータ 5 0 の変位が拡大されるとともに、その変位方向がアクチュエータ 5 0 の伸張方向に対して交差する方向への変位に変換されて連結アーム部 5 9 に伝達される。これにより、インナリング部 4 4 a に保持された可動レンズ 3 8 a が、光軸方向へ移動されるようになっている。

【 0 1 0 4 】

一方、前記各案内機構 6 1 は、図 1 1 に示すように、各連結アーム部 5 9 の紙面左側に形成されている。そして、各案内機構 6 1 は、アウトリング部 4 4 b に対するインナリング部 4 4 a の相対移動を所定の方向、すなわち可動レンズ 3 8 a の光軸とほぼ平行な方向に案内する案内手段を構成している。そして、各案内機構 6 1 は、可動レンズ 3 8 a の光学的ピボタル位置、すなわち可動レンズ 3 8 a がチルト動作された場合に生じる像シフトがゼロとなる光軸上の位置とほぼ一致するように配置されている。また、各案内機構 6 1 は、前記弾性ヒンジリンク機構 6 2 とほぼ同様の複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる平行リンク機構 6 6 で構成される。

【 0 1 0 5 】

詳述すると、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とは、光学系（例えば、可動レンズ 3 8 a）の光軸に対して交差する方向に、すなわち、複数のスリット 6 3 は、アウトリング部 4 4 b の軸線に向かって延びるように形成されている。また、複数のスリット 6 3 は、複数の貫通孔 6 4 に連続して形成されている。従って、複数のスリット 6 3 は、アウトリング部 4 4 b の外面からその内面に向かって貫通孔 6 4 に沿って形成されている。つまり、変位拡大機構 6 0 及び案内機構 6 1 を構成する複数の貫通孔 6 4 及び複数のスリット 6 3 は、アウトリング部 4 4 b のリング中心を含む中心軸（部分群鏡筒 4 2 が光学素子を保持している場合には光軸を示す）を含む仮想面上において、アウトリング部 4 4 b の外面から内面、もしくは内面から外面に向かって形成されている。

【 0 1 0 6 】

ここで、近接対向する一対の貫通孔 6 4 間が弾性ヒンジ部 6 5 となっている。そして、これらのスリット 6 3 及び貫通孔 6 4 によって、平行リンク機構 6 6 の一対のレバー 6 6 a, 6 6 b が形成されている。各レバー 6 6 a, 6 6 b は、その長手方向が可動レンズ 3 8 a の接線に沿うように、すなわち、アウトリング部 4 4 b の周壁に沿って、アウトリング部 4 4 b に形成される。

【 0 1 0 7 】

図 1 1 及び図 1 2 に示すように、前記一対のレバー 6 6 a, 6 6 b は、左端の弾性ヒンジ部 6 5 d, 6 5 e を支点 P 5, P 6 として、アウトリング部 4 4 b の周壁に回動可能に連結されるとともに、右端の弾性ヒンジ部 6 5 f, 6 5 g を連結点 P 7, P 8 として、連結アーム部 5 9 の左側縁に連結されている。そして、アクチュエータ 5 0 の伸長変位に伴い、変位拡大機構 6 0 及び連結アーム部 5 9 を介してインナリング部 4 4 a が光軸方向に移動されるとき、一対のレバー 6 6 a, 6 6 b が支点 P 5, P 6 を中心にして図 1 2 の反時計方向に回転される。これにより、可動レンズ 3 8 a を支持したインナリング部 4 4 a の移動が、可動レンズ 3 8 a の径方向及び接線方向に規制されながら、光軸方向のみに許容されるようになっている。

【 0 1 0 8 】

図 5 及び図 6 に示すように、連結アーム部 5 9 の外面のそれぞれにはバネ受け 6 7 が取り付けられ、それらのバネ受け 6 7 と対応するように、ベースリング 4 5 の外周面にはバネ受け 6 8 が取り付けられている。バネ受け 6 7, 6 8 間には、復帰機構としての一対の引張りバネ 6 9 がそれぞれ掛装されている。そして、これらの引張りバネ 6 9 の付勢力により、前記アクチュエータ 5 0 の非作動状態において、可動レンズ 3 8 a を支持するインナリング部 4 4 a が、その可動範囲の原位置に復帰移動されるようになっている。

【 0 1 0 9 】

図 7 は部分群鏡筒 4 2 におけるセンサ 7 2 の周辺を示すものであり、図 8 は図 7 の 8 - 8 線に沿った断面図である。図 2 ~ 図 4、図 7 及び図 8 に示すように、前記アウトリング部 4 4 b の外側部において、その外周方向に隣接するアクチュ

エータ 5 0 の中間位置には、アウトリング部 4 4 b に対するインナリング部 4 4 a の位置を計測するために、アウトリング部 4 4 b に切り欠いて形成された開口部が形成されている。この開口部に、計測装置としての 3 つのセンサ 7 2 が等角度間隔おきに配設されている。

【 0 1 1 0 】

各センサ 7 2 は非接触式エンコーダ、例えば光学式エンコーダから構成され、スケールホルダ 7 3 を介してインナリング部 4 4 a 上のスケール台 4 4 c に取り付けられた被測定部としてのスケール 7 4 と、そのスケール 7 4 に近接対応するように、ヘッドホルダ 7 5 を介してアウトリング部 4 4 b 上に取り付けられた計測ヘッドとしての検出ヘッド 7 6 とを備えている。検出ヘッド 7 6 は、アウトリング部 4 4 b の周壁（側壁）に形成された切欠部に配置される。そして、検出ヘッド 7 6 は、前記切欠部の開口からインナリング部 4 4 a に取付けられたスケールの目盛 7 4 a を読み取る。また、各スケール 7 4 及び各検出ヘッド 7 6 は、アウトリング部 4 4 b の周壁の切欠部に、露出された状態で配置されている。すなわち、各センサ 7 2 のスケール 7 4 及び検出ヘッド 7 6 は、アウトリング部 4 4 b の外表面から露出している。

【 0 1 1 1 】

そして、前記アクチュエータ 5 0 が非作動状態にあって、可動レンズ 3 8 a を支持するインナリング部 4 4 a が原位置に配置された状態で、検出ヘッド 7 6 にてスケール 7 4 上の目盛 7 4 a が読み取られることにより、移動量計測のための原点が検出されるようになっている。また、アクチュエータ 5 0 にてインナリング部 4 4 a が光軸方向に移動された状態で、検出ヘッド 7 6 にてスケール 7 4 上の目盛 7 4 a が読み取られることにより、前記原点に基づいてインナリング部 4 4 a の移動量が計測されるようになっている。検出ヘッド 7 6 とスケール 7 4 とは、光学式エンコーダを構成する。

【 0 1 1 2 】

さらに、この実施形態においては、前記ヘッドホルダ 7 5 がセラミック等の断熱材で構成されている。これにより、センサ 7 2 の計測時に検出ヘッド 7 6 で発生する熱が、ヘッドホルダ 7 5 を介してアウトリング部 4 4 b 上の静止レンズ 3

8 b や、インナリング部 4 4 a 上の可動レンズ 3 8 a に伝達されるのが抑制されるようになっている。

【 0 1 1 3 】

なお、図 1 に示すように、前記鏡筒 3 7 の中間部のフランジ部 3 7 a 上には円筒状のジャケット 7 9 が配設され、このジャケット 7 9 によりフランジ部 3 7 a よりも上方に位置する部分群鏡筒 4 2 の外周が包囲されるようになっている。ジャケット 7 9 の周壁には制御装置 5 1 から延びるケーブル 5 1 a を挿通するための挿通孔 8 0 が形成され、その内周にはシール部材 8 1 が取り付けられている。これにより、鏡筒 3 7 の中間部より上方の部分が二重構造となって、鏡筒 3 7 の内部にその下端部等から導入される不活性ガスが充填状態に維持されるようになっている。鏡筒 3 7 の内部にその下端部から不活性ガスを導入し、導入された不活性ガスをアクチュエータ 5 0 が収容された切欠部 4 9 や複数のスリット 6 3 や複数の貫通孔 6 4 を介して排気する。そうすることによって、アクチュエータ 5 0 や案内機構 6 1、平行リンク機構 6 6 などが変位する際に生じる不純物（露光光を吸収する吸光物質など）が光学レンズに付着することが抑制できる。なお、不活性ガスとしては、窒素ガス、ヘリウムなどの希ガスを使用することができる。

【 0 1 1 4 】

次に、前記のように構成された光学素子保持装置 4 3 により、可動レンズ 3 8 a が光軸方向に移動される場合の動作について説明する。

図 1 2 に示すように、アクチュエータ 5 0 が電圧の印加に伴い、図面左端の回転ピボット機構 5 4 を支点 P 0 として回転されながら変位量 dL だけ伸長変位されると、変位拡大機構 6 0 を構成する弾性ヒンジリンク機構 6 2 の第 1 リンク 6 2 a が支点 P 1 を中心にして時計方向に回転される。これにより、第 2 リンク 6 2 b に対する第 1 リンク 6 2 a の下端の連結点 P 3 が、左方へ変位量 dx だけ変位されるとともに、上方へ変位量 dy だけ変位される。

【 0 1 1 5 】

このとき、インナリング部 4 4 a 上の連結アーム部 5 9 は、平行リンク機構 6 6 で構成された案内機構 6 1 によって、光軸方向のみに移動できるように案内保

持されている。このため、第2リンク62bの右端の連結点P3に前記のような変位が加わると、その第2リンク62bは上方に突き上げられ、これによって連結アーム部59は上方へ変位量dYだけ移動変位される。従って、案内機構61と弾性ヒンジリンク機構62とは、アクチュエータ50の変位を互いに協働し合って、連結アーム部59を上方へ移動させる。

【0116】

この場合、前記アクチュエータ50の変位は、弾性ヒンジリンク機構62の第1リンク62a及び第2リンク62bにて、変位の変換されながら2段階で拡大されて連結アーム部59に伝達される。よって、アクチュエータ50の僅かな変位に基づいて、インナリング部44aに支持された可動レンズ38aが光軸方向へ大きな変位量で移動変位されることになる。

【0117】

すなわち、アクチュエータ50が非作動状態にあって、第1リンク62aが原位置に配置された状態において、支点P1と連結点P2との垂直方向（光軸方向）への距離をa、支点P1と連結点P3との垂直方向への距離をb、支点P1と連結点P3との水平方向（光軸方向と直交する方向）への距離をcとしたとき、前記連結点P3の変位量dx, dyは、次の（1）式及び（2）式に示すようになる。

$$dx = (b/a) \times dL \quad \cdots (1)$$

$$dy = (c/a) \times dL \quad \cdots (2)$$

さらに、前記第2リンク62bが原位置に配置された状態において、連結点P3と連結点P4とを結ぶ線分の水平線に対する角度を α としたとき、前記連結点P4すなわち連結アーム部59の変位量dYは、次の（3）式に示すようになる。

$$dY = (1/\tan\alpha) \times dx + dy \quad \cdots (3)$$

よって、この（３）式に前記（１）及び（２）式を代入すると、前記連結アーム部 5 9 の変位量 $d Y$ は、次の（４）式に示すようになる。

$$d Y = \{ (1 / \tan \alpha) \times (b / a) + (c / a) \} \times d L \quad \cdots (4)$$

この（４）式において、各パラメータ $a \sim c$ 、 α は比較的自由に設定することができるため、それらのパラメータ $a \sim c$ 、 α を任意に設定することにより、変位量 $d L$ に対する変位量 $d Y$ の拡大率を所望の値にすることができる。従って、光学素子保持装置 4 3 及びそれを備えた鏡筒 3 7 の設計の自由度を高めることができる。

【 0 1 1 8 】

従って、本実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

（イ） この光学素子保持装置 4 3 では、可動レンズ 3 8 a の周縁に係合してその可動レンズ 3 8 a を保持するインナリング部 4 4 a と、そのインナリング部 4 4 a をアクチュエータ 5 0 の変位に基づいて相対移動可能に保持するアウトリング部 4 4 b とが設けられている。また、アウトリング部 4 4 b がインナリング部 4 4 a と一体の部材で形成されるとともに、そのインナリング部 4 4 a の外側に配置されている。そして、インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b とが、アクチュエータ 5 0 の変位に基づいて可動レンズ 3 8 a の光軸にほぼ沿う方向に相対移動可能に連結されている。

【 0 1 1 9 】

このため、光学素子保持装置 4 3 を備えた複数の部分群鏡筒 4 2 を、互いに積み重ねた際に可動レンズ 3 8 a が保持されたインナリング部 4 4 a に荷重をかけることなく、そのインナリング部 4 4 a の外側のアウトリング部 4 4 b において、可動レンズ 3 8 a の光軸方向へ順に積層配置することができる。よって、鏡筒 3 7 の中間部付近に位置するレンズ 3 8 であっても、アクチュエータ 5 0 により光軸方向へ高精度に駆動することができる。また、可動レンズ 3 8 a を保持するインナリング部 4 4 a と、そのインナリング部 4 4 a を外部の装置に連結するア

ウタリング部 4 4 b とが、内側と外側とに位置をずらして配置されているため、鏡筒 3 7 をレンズ 3 8 の光軸方向に対してコンパクトに構成することができる。

【 0 1 2 0 】

(ロ) この光学素子保持装置 4 3 では、アクチュエータ 5 0 の変位に基づいて移動する可動レンズ 3 8 a がインナリング部 4 4 a に保持されるとともに、常に静止状態に保たれる静止レンズ 3 8 b がアウトリング部 4 4 b に保持されている。そして、可動レンズ 3 8 a と静止レンズ 3 8 b とがほぼ重合状態になるように配置されている。このため、静止レンズ 3 8 b を保持するための部分群鏡筒 4 2 を別に設ける必要がなく、可動レンズ 3 8 a を保持した部分群鏡筒 4 2 内に、静止レンズ 3 8 b を重合状態で保持することができて、鏡筒 3 7 をコンパクトに構成することができる。

【 0 1 2 1 】

(ハ) この光学素子保持装置 4 3 では、インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b との相対移動量を計測するセンサ 7 2 が設けられ、そのセンサ 7 2 の検出ヘッド 7 6 が断熱材よりなるヘッドホルダ 7 5 を介してアウトリング部 4 4 b に取着されている。このため、センサ 7 2 にてインナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b との相対移動量を計測することにより、可動レンズ 3 8 a の光軸方向への移動量を適正に測定することができる。また、センサ 7 2 の計測時に検出ヘッド 7 6 で発生する熱が、部分群鏡筒 4 2 内のレンズ 3 8 に伝達されるのを断熱材にて抑制することができて、そのレンズ 3 8 の面精度等が低下するのを抑制することができる。

【 0 1 2 2 】

(ニ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記センサ 7 2 が、スケール 7 4 及び検出ヘッド 7 6 を備えた非接触式エンコーダから構成されている。このため、アクチュエータ 5 0 の変位に基づく可動レンズ 3 8 a の移動量を、ドリフトの影響を回避しつつ高精度に計測することができる。

【 0 1 2 3 】

(ホ) この光学素子保持装置 4 3 では、センサ 7 2 のスケール 7 4 及び検出ヘッド 7 6 が、アウトリング部 4 4 b の外表面に露出するように配設されている

。このため、アウトリング部 4 4 b の外表面から、スケール 7 4 及び検出ヘッド 7 6 の交換や調整等のメンテナンスを容易に行うことができる。

【 0 1 2 4 】

(ヘ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記センサ 7 2 がスケール 7 4 及び検出ヘッド 7 6 から構成され、インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b との相対移動量を計測するための原点を検出する原点検出機能を備えている。このため、検出された原点に基づいて、可動レンズ 3 8 a の移動量計測を絶対位置計測にてより正確に行うことができる。

【 0 1 2 5 】

(ト) この光学素子保持装置 4 3 では、前記アクチュエータ 5 0 がアウトリング部 4 4 b の外側部に等角度間隔をおいて 3 つ設けられている。このため、3 つのアクチュエータ 5 0 により、可動レンズ 3 8 a を光軸方向へ高精度に駆動させることができるとともに、チルトさせることができる。

【 0 1 2 6 】

(チ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記センサ 7 2 がアウトリング部 4 4 b の外周方向に隣接するアクチュエータ 5 0 の中間にそれぞれ配置されている。このため、3 つのアクチュエータ 5 0 と 3 つのセンサ 7 2 とを、アウトリング部 4 4 b の外側部に嵩張ることなく配置することができて、鏡筒 3 7 を外径方向に対してコンパクトに構成することができる。また、アクチュエータ 5 0 とセンサ 7 2 が、アウトリング部 4 4 b の径方向に並設されることなく、外周方向に交互に配置されているため、それらのメンテナンスを容易に行うことができる。

【 0 1 2 7 】

(リ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記アクチュエータ 5 0 が、その長手方向をアウトリング部 4 4 b の外周面の接線方向に沿わせるように配置されている。このため、アクチュエータ 5 0 をアウトリング部 4 4 b の外周面から大きく突出することなく配置することができる。また、前記アクチュエータ 5 0 の短手方向が、可動レンズ 3 8 a の光軸方向に一致するため、光学素子保持装置 4 3 内にアクチュエータ 5 0 を装着することでの部分群鏡筒 4 2 の光軸方向への大型化を最小限に留めることができる。従って、鏡筒 3 7 をコンパクトに構成するこ

とができる。

【 0 1 2 8 】

(ヌ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記アクチュエータ 5 0 の両端部が、アウトリング部 4 4 b に対して、相対回転可能な回転ピボット機構 5 4 を介して結合されている。このため、アクチュエータ 5 0 の駆動力を歪みが生じることなく伝達することができて、可動レンズ 3 8 a を高精度に駆動させることができる。

【 0 1 2 9 】

(ル) この光学素子保持装置 4 3 では、アウトリング部 4 4 b の周壁に 3 つの切欠部 4 9 が形成され、それらの切欠部 4 9 内にアクチュエータ 5 0 が収容配置されている。このため、アクチュエータ 5 0 をアウトリング部 4 4 b の外周に突出することなく、切欠部 4 9 内に収容配置することができて、鏡筒 3 7 を一層コンパクトに構成することができる。また、アクチュエータ 5 0 が切欠部 4 9 からアウトリング部 4 4 b の外表面に露出するため、アクチュエータ 5 0 の交換や調整等のメンテナンスを容易に行うこともできる。

【 0 1 3 0 】

(ヲ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記アクチュエータ 5 0 が圧電素子からなっている。このため、可動レンズ 3 8 a を駆動するためのアクチュエータ 5 0 として、高精度、低発熱、高剛性及び高クリーン度の優れた特性を発揮させることができる。

【 0 1 3 1 】

(ワ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b とが、アクチュエータ 5 0 と、そのアクチュエータ 5 0 の変位を拡大する変位拡大機構 6 0 と、インナリング部 4 4 a の移動を所定の方向に案内する案内機構 6 1 とを介して連結されている。このため、アクチュエータ 5 0 の僅かな変位を、変位拡大機構 6 0 により大きな変位に拡大することができて、インナリング部 4 4 a を大きな変位量で移動させることができる。また、そのインナリング部 4 4 a の移動を案内機構 6 1 により所定の方向へより正確に案内することができる。よって、可動レンズ 3 8 a を高精度に駆動することができること

になる。

【 0 1 3 2 】

(カ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記変位拡大機構 6 0 が、アクチュエータ 5 0 の変位の方向を可動レンズ 3 8 a の移動方向に変換して伝達する変換機能を備えている。このため、アクチュエータ 5 0 の変位の方向と可動レンズ 3 8 a の移動方向が異なる場合でも、変位拡大機構 6 0 により、アクチュエータ 5 0 の変位を拡大するとともに変位の方向を可動レンズ 3 8 a の移動方向に変換して伝達することができて、構成の簡略化を図ることができる。

【 0 1 3 3 】

(コ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記変位拡大機構 6 0 が、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる弾性ヒンジリンク機構 6 2 で構成されている。このため、変位拡大機構 6 0 をインナリング部 4 4 a 及びアウトリング部 4 4 b と一体の部材で、ワイヤカット加工等により容易に形成することができ、構造を簡単にして部品点数を減少させることができる。

【 0 1 3 4 】

(ク) この光学素子保持装置 4 3 では、前記案内機構 6 1 が、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる平行リンク機構 6 6 で構成され、そのレバー 6 6 a, 6 6 b が可動レンズ 3 8 a の接線に沿うように配置されている。このため、案内機構 6 1 をインナリング部 4 4 a 及びアウトリング部 4 4 b と一体の部材で、ワイヤカット加工等により容易に形成することができ、構造を簡単にして部品点数を減少させることができる。

【 0 1 3 5 】

また、レバー 6 6 a, 6 6 b の延長方向が可動レンズ 3 8 a の接線方向と一致しているため、レバー 6 6 a, 6 6 b の回転によって僅かな余弦誤差が生じても、その余弦誤差が可動レンズ 3 8 a の径方向への横シフトを誘発したり、可動レンズ 3 8 a のレンズセル 4 6 を歪ませたりすることはない。よって、可動レンズ 3 8 a の径方向変位をより確実に規制することができて、可動レンズ 3 8 a を光軸方向に沿ってより正確に移動させることができる。

【 0 1 3 6 】

さらに、この平行リンク機構 6 6 からなる案内機構 6 1 では、隣接対向する一対の貫通孔 6 4 間の弾性ヒンジ部 6 5 において、捩じれ方向及び圧縮方向に弾性変形可能となっている。このため、その弾性変形を利用して、インナリング部 4 4 a を光軸方向に高精度に案内しながら、チルト方向にも必要な量だけ容易に移動させることができる。

【 0 1 3 7 】

(レ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記アウトリング部 4 4 b の上端面、及びそのアウトリング部 4 4 b の下部に固定されたベースリング 4 5 の下端面に、平面状の取付面 4 8 がそれぞれ形成されている。このため、複数の部分群鏡筒 4 2 を、それらの上下の取付面 4 8 を互いに重合させることによって、可動レンズ 3 8 a が支持されたインナリング部 4 4 a に荷重をかけることなく、光軸方向へ安定状態で積層配置することができる。

【 0 1 3 8 】

(ソ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記案内機構 6 1 が、アクチュエータ 5 0 の変位に基づいて駆動される可動レンズ 3 8 a の光学的ピボタル位置とほぼ一致するように配置されている。このため、可動レンズ 3 8 a のチルト動作時等においても径方向変位が生じることなく、その可動レンズ 3 8 a を光軸方向へより正確に移動させることができる。

【 0 1 3 9 】

(ツ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記アクチュエータ 5 0 の非作動状態において、インナリング部 4 4 a をその可動範囲の一端に復帰させるための引張りバネ 6 9 が設けられている。このため、アクチュエータ 5 0 の非作動状態における中立点の両側をインナリング部 4 4 a の可動範囲として使用することができ、インナリング部 4 4 a の可動範囲を拡大することができ、可動レンズ 3 8 a の移動調整が容易になる。

【 0 1 4 0 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について、前記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 1 4 1 】

この第 2 実施形態においては、図 1 5 ～ 図 1 6 に示すように、アクチュエータ 5 0 の変位を拡大するとともに変位方向を変換するための変位拡大機構 6 0 の構成が、第 1 実施形態と相違している。すなわち、この変位拡大機構 6 0 は、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる弾性ヒンジリンク機構 6 2 で構成され、第 1 リンク 6 2 a と弾性片 6 2 c と備えている。そして、第 1 リンク 6 2 a の左端が、弾性片 6 2 c を介して、連結アーム部 5 9 の右側縁に連結されている。

【 0 1 4 2 】

よって、図 1 6 に示すように、アクチュエータ 5 0 が電圧の印加に伴って変位量 dL だけ伸長変位されると、第 1 リンク 6 2 a が支点 $P1$ を中心にして時計方向に回転され、弾性片 6 2 c を介して連結アーム部 5 9 が上方に引っ張られる。これにより、連結アーム部 5 9 が平行リンク機構 6 6 で構成された案内機構 6 1 により光軸方向に案内されながら、上方へ変位量 dY だけ移動変位される。このとき、第 1 リンク 6 2 a と弾性片 6 2 c との連結部には左方への変位も生じるが、この変位は弾性片 6 2 c の弾性変形によって吸収される。

【 0 1 4 3 】

従って、アクチュエータ 5 0 の僅かな変位に基づいて、インナリング部 4 4 a に支持された可動レンズ 3 8 a が光軸方向へ大きな変位量で移動変位されることになる。ここで、第 1 リンク 6 2 a が原位置に配置された状態において、支点 $P1$ と連結点 $P2$ との垂直方向への距離を a 、支点 $P1$ と連結点 $P3$ との水平方向への距離を c としたとき、前記連結アーム部 5 9 の変位量 dY は、次の (5) 式に示すようになる。

$$dY = (c/a) \times dL \quad \cdots (5)$$

この (5) 式において、各パラメータ a 、 c を適切に設定することにより、任意の拡大率を得ることができる。

【 0 1 4 4 】

従って、本実施形態によれば、前記第 1 実施形態における（イ）～（ツ）に記載の効果とほぼ同様の効果を得ることができる。

（第 3 実施形態）

次に、本発明の第 3 実施形態について、前記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【0 1 4 5】

この第 3 実施形態においては、図 1 7～図 1 8 に示すように、変位拡大機構 6 0 の構成が、第 1 実施形態と相違している。すなわち、この変位拡大機構 6 0 は、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる弾性ヒンジリンク機構 6 2 で構成され、第 1 リンク 6 2 a と第 2 リンク 6 2 b と備えている。そして、第 1 リンク 6 2 a の右端、すなわち弾性ヒンジ部 6 5 a が支点 P 1 としてアウトリング部 4 4 b の周壁に連結されるとともに、第 1 リンク 6 2 a の左端、すなわち弾性ヒンジ部 6 5 b が連結点 P 3 として第 2 リンク 6 2 b の下端に連結されている。また、第 2 リンク 6 2 b の上端が連結点 P 2 にてアクチュエータ 5 0 の右端に連結されるとともに、第 2 リンク 6 2 b の左端、すなわち弾性ヒンジ部 6 5 c が連結点 P 4 として連結アーム部 5 9 の右側縁に連結されている。

【0 1 4 6】

よって、図 1 8 に示すように、アクチュエータ 5 0 が電圧の印加に伴って変位量 dL だけ伸長変位されると、第 2 リンク 6 2 b の上端の連結点 P 2 に対して上方への引張り力が作用する。このとき、第 2 リンク 6 2 b の下端の連結点 P 3 が、第 1 リンク 6 2 a により垂直方向（光軸方向）のみに移動可能に案内される。同時に、第 2 リンク 6 2 b の左端の連結点 P 4 が、連結アーム部 5 9 とともに平行リンク機構 6 6 で構成された案内機構 6 1 により垂直方向のみに移動可能に案内される。このため、第 2 リンク 6 2 b は、実質的に支点 P 1 と連結点 P 3 とを結ぶ線分の延長線上と、連結点 P 4 から水平方向に延ばした線との交点 P i を瞬間回転中心として時計方向に回転変位される。これによって、連結アーム部 5 9 が上方へ変位量 dY だけ移動変位される。

【0 1 4 7】

従って、アクチュエータ 5 0 の僅かな変位に基づいて、インナリング部 4 4 a

に支持された可動レンズ 3 8 a が光軸方向へ大きな変位量で移動変位させることができる。ここで、第 2 リンク 6 2 b が原位置に配置された状態において、瞬間回転中心 P i と連結点 P 2 との垂直方向への距離を e、瞬間回転中心 P i と連結点 P 4 との水平方向への距離を f としたとき、前記連結アーム部 5 9 の変位量 d Y は、次の (6) 式に示すようになる。

$$d Y = (f / e) \times d L \quad \cdots (6)$$

この (6) 式において、各パラメータ e, f を適切に設定することにより、任意の拡大率を得ることができる。

【 0 1 4 8 】

従って、本実施形態によれば、前記各実施形態における (イ) ~ (ツ) に記載の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

(ネ) この光学素子保持装置 4 3 では、変位拡大機構 6 0 が第 1 リンク 6 2 a と第 2 リンク 6 2 b とを有する弾性ヒンジリンク機構 6 2 で構成されている。そして、アクチュエータ 5 0 の伸長変位に伴って、第 2 リンク 6 2 b が実際の支点 P 1 よりも遠くに設定される架空の瞬間回転中心 P i の周りで回転変位されるようになっている。このため、アクチュエータ 5 0 の変位量に対する可動レンズ 3 8 a の移動量の拡大率を大きくすることができる。

【 0 1 4 9 】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態について、前記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 1 5 0 】

この第 4 実施形態においては、図 1 9 に示すように、アクチュエータ 5 0 の右端部と変位拡大機構 6 0 の第 1 リンク 6 2 a との間の回転ピボット機構 5 4 の構成が、第 1 実施形態と相違している。すなわち、この回転ピボット機構 5 4 は、ワイヤカット加工等によりアウトリング部 4 4 b にほぼ連続するように形成した複数のスリット 6 3 と、そのスリット 6 3 の対向端に所定の間隔をおいて形成し

た一对の貫通孔 6 4 とで構成されている。そして、隣接対向する一对の貫通孔 6 4 間が弾性ヒンジ部 6 5 h となっている。

【 0 1 5 1 】

従って、本実施形態によれば、前記各実施形態における（イ）～（ツ）に記載の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

（ナ） この光学素子保持装置 4 3 では、アクチュエータ 5 0 の一端部の回転ピボット機構 5 4 が、アウトリング部 4 4 b にほぼ連続するように形成した複数のスリット 6 3 と、その対向端に所定の間隔をおいて形成した複数の貫通孔 6 4 とで構成されている。このため、アクチュエータ 5 0 の作動時に、回転ピボット機構 5 4 に摩擦抵抗が生じるのを低減することができて、アクチュエータ 5 0 の駆動力を歪みなく好適に伝達することができる。

【 0 1 5 2 】

（第 5 実施形態）

次に、本発明の第 5 実施形態について、前記第 1 実施形態と異なる部分を中心に説明する。

【 0 1 5 3 】

この第 5 実施形態においては、図 2 0 に示すように、インナリング部 4 4 a の移動を案内するための案内機構 6 1 の構成が、第 1 実施形態と相違している。すなわち、この案内機構 6 1 は、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる 1 本のリンク機構 8 5 で構成されている。そして、そのリンク機構 8 5 のレバー 8 5 a が可動レンズ 3 8 a の接線に沿うように配置されている。

【 0 1 5 4 】

よって、前記第 1 実施形態の場合とほぼ同様に、アクチュエータ 5 0 の伸長変位に伴い、変位拡大機構 6 0 を介して連結アーム部 5 9 が移動変位されるとき、リンク機構 8 5 のレバー 8 5 a が可動レンズ 3 8 a の接線に沿う面内で回転されて、連結アーム部 5 9 の移動が光軸方向に案内規制される。

【 0 1 5 5 】

従って、本実施形態によれば、前記各実施形態における（イ）～（ヨ）及び（レ）～（ツ）に記載の効果に加えて、以下のような効果を得ることができる。

(ラ) この光学素子保持装置 4 3 では、前記案内機構 6 1 が、複数のスリット 6 3 と複数の貫通孔 6 4 とからなる 1 本のリンク機構 8 5 で構成され、そのレバー 8 5 a が可動レンズ 3 8 a の接線に沿うように配置されている。このため、案内機構 6 1 の構造が簡単で部品点数を減少させることができるとともに、可動レンズ 3 8 a の径方向変位をより確実に規制することができて、可動レンズ 3 8 a を光軸方向に沿ってより正確に移動させることができる。また、リンク機構 8 5 の捩じれ方向の柔軟性が増すため、可動レンズ 3 8 a のチルト動作の可動範囲を拡大することができる。

【 0 1 5 6 】

(変更例)

なお、前記各実施形態は、以下のように変更してもよい。

- ・ 前記各実施形態では、変位拡大機構 6 0 が変位の変換するように構成したが、駆動機構の変位の変換する変換機構を変位拡大機構 6 0 と別に設けてもよい。

【 0 1 5 7 】

なお、前記各実施形態では、駆動機構（リンク機構）として、アクチュエータ 5 0 の変位量をインナリング部 4 4 a に伝達する変位拡大機構 6 0（第 1 リンク機構）と、インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b との相対移動を、光軸方向に案内する案内機構 6 1（第 2 リンク機構）とを含む構成について説明した。これに対して、変位拡大機構 6 0 に案内機構 6 1 の機能を持たせ、案内機構 6 1 を省略してもよい。また、案内機構 6 1 に変位拡大機構 6 0 の機能を持たせ、変位拡大機構 6 0 を省略してもよい。

【 0 1 5 8 】

- ・ 前記各実施形態では、変位拡大機構 6 0 を介して、アクチュエータ 5 0 の変位を拡大してインナリング部 4 4 a に伝達したが、インナリング部 4 4 a の光軸方向への移動量が微小な場合には、変位拡大機構 6 0 を省略してもよい。

【 0 1 5 9 】

- ・ 前記各実施形態では、駆動機構としてのアクチュエータ 5 0 を圧電素子で構成したが、これを磁歪アクチュエータや流体圧アクチュエータで構成してもよ

い。

【 0 1 6 0 】

・ 前記各実施形態では、インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b との間に復帰機構としての引張りバネ 6 9 を設けたが、アクチュエータ 5 0 として復帰バネを内蔵した圧電素子を用いて、アクチュエータ 5 0 の非作動時に、インナリング部 4 4 a が可動範囲の一端側に復帰されるように構成してもよい。

【 0 1 6 1 】

・ 前記各実施形態では光学素子としてレンズ 3 8 が例示されているが、この光学素子は平行平板、位相差板等の他の光学素子であってもよい。さらに、この光学素子は、露光光 E L を偏向する偏向部材、露光光 E L を反射する反射面を備えた反射光学部材であってもよい。

【 0 1 6 2 】

・ 前記各実施形態では、複数の部分群鏡筒 4 2 を積層する際に、各部分群鏡筒 4 2 の取付面 4 8 の間に、間隔調整部材を配置したが、間隔調整部材を省略して、各部分群鏡筒 4 2 の取付面 4 8 同士を直接接触させてもよい。

【 0 1 6 3 】

・ この発明の光学素子保持装置 4 3 は、前記実施形態の露光装置 3 1 の投影光学系 3 5 における横置きタイプのレンズ 3 8 の保持構成に限定されることなく、露光装置 3 1 における照明光学系 3 3 における各種光学素子の保持装置、あるいは縦置きタイプの光学素子の保持装置に具体化してもよい。さらに、他の光学機械、例えば顕微鏡、干渉計等の光学系における光学素子の保持装置に具体化してもよい。

【 0 1 6 4 】

・ 本発明の露光装置は、半導体素子製造用の露光装置 3 1 に限定されるものではなく、また、縮小露光型の露光装置に限定されるものでもない。すなわち、この露光装置は、液晶表示素子、撮像素子、薄膜磁気ヘッド等の露光装置を含むものである。また、等倍露光型の露光装置、ステップ・アンド・リピート方式の一括露光型露光装置、ステップ・アンド・スキャン方式の走査露光型露光装置をも含むものである。

【 0 1 6 5 】

このようにした場合でも、前記各実施形態に記載の効果とほぼ同様の効果が得られる。

また、露光装置として、投影光学系を用いることなく、マスクと基板とを密接させてマスクのパターンを露光するプロキシミティ露光装置にも適用することができる。また、投影光学系としては、全屈折タイプに限らず、反射屈折タイプであってもよい。

【 0 1 6 6 】

なお、照明光学系、投影光学系を構成する複数のレンズ又は反射光学素子の少なくとも一部を本実施の形態の光学部材保持装置で保持し、この照明光学系及び投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるウェハステージ（スキャンタイプの露光装置の場合は、レチクルステージも含む）を露光装置本体に取り付けて配線を接続し、露光光の光路内にガスを供給するガス供給配管を接続した上で、さらに総合調整（電気調整、動作確認など）をすることにより、実施形態の露光装置を製造することができる。また、光学部材保持装置を構成する各部品は、超音波洗浄などにより、加工油や、金属物質などの不純物を落としたうえで、組み上げられる。なお、露光装置の製造は、温度、湿度や気圧が制御され、かつクリーン度が調整されたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

【 0 1 6 7 】

本実施の形態における硝材として、蛍石、石英などを例に説明したが、フッ化リチウム、フッ化マグネシウム、フッ化ストロンチウム、リチウム－カルシウム－アルミニウム－フローライド、及びリチウム－ストロンチウム－アルミニウム－フローライド等の結晶や、ジルコニウム－バリウム－ランタン－アルミニウムからなるフッ化ガラスや、フッ素をドーピングした石英ガラス、フッ素に加えて水素もドーピングされた石英ガラス、OH基を含有させた石英ガラス、フッ素に加えてOH基を含有した石英ガラス等の改良石英を用いた場合にも、本実施の形態の光学部材保持装置を適用することができる。

【 0 1 6 8 】

次に、上述した露光装置をリソグラフィ工程で利用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

図 2 1 は、デバイス（IC や L S I 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造例のフローチャートを示す図である。図 2 1 に示すように、まず、ステップ S 1 0 1（設計ステップ）において、デバイス（マイクロデバイス）の機能・性能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ S 1 0 2（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスク（レクチル）を製作する。一方、ステップ S 1 0 3（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

【 0 1 6 9 】

次に、ステップ S 1 0 4（ウエハ処理ステップ）において、ステップ S 1 0 1 ～ S 1 0 3 で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ S 1 0 5（デバイス組立ステップ）において、ステップ S 1 0 4 で処理されたウエハを用いてデバイス組立を行う。このステップ S 1 0 5 には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程（チップ封入）等の工程が必要に応じて含まれる。

【 0 1 7 0 】

最後に、ステップ S 1 0 6（検査ステップ）において、ステップ S 1 0 5 で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

【 0 1 7 1 】

図 2 2 は、半導体デバイスの場合における、図 2 1 のステップ S 1 0 4 の詳細なフローの一例を示す図である。図 2 2 において、ステップ S 1 1 1（酸化ステップ）では、ウエハの表面を酸化させる。ステップ S 1 1 2（CVDステップ）では、ウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ S 1 1 3（電極形成ステップ）では、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ S 1 1 4（イオン打込みステップ）では、ウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ S 1 1 1 ～ S 1

14のそれぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

【0172】

ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップS115（レジスト形成ステップ）において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップS116（露光ステップ）において、上で説明したリソグラフィシステム（露光装置）によってマスクの回路パターンをウエハに転写する。この転写の動作時に、大気圧変化及び照射熱により発生する収差やディストーションを上述した光学素子保持装置43によって補正する。そして、補正しながら転写されたウエハをステップS117において、現像する。ステップS118（エッチングステップ）において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップS119（レジスト除去ステップ）において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

【0173】

これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

以上説明した本実施形態のデバイス製造方法を用いれば、露光工程（ステップS116）において上記の露光装置が用いられ、真空紫外域の露光光により解像力の向上が可能となり、しかも露光量制御を高精度に行うことができる。従って、結果的に最小線幅が0.1 μm 程度の高集積度のデバイスを歩留まりよく生産することができる。

【0174】

【発明の効果】

以上詳述したように、本願請求項1に記載の発明によれば、鏡筒をコンパクトに構成することができるとともに、光学素子を高精度に駆動することができる。

【0175】

本願請求項2に記載の発明によれば、1つの光学素子保持装置内に、駆動機構により移動される第1の光学素子と、常に静止状態に保たれる第2の光学素子と

を収容保持することができて、鏡筒をコンパクトに構成することができる。

【 0 1 7 6 】

本願請求項 3 に記載の発明によれば、光学素子の移動量を適正に測定することができる。また、計測装置で発生する熱が光学素子に伝達されるのを断熱材にて抑制することができて、光学素子の駆動をより高精度に行うことができる。

【 0 1 7 7 】

本願請求項 4 に記載の発明によれば、前記請求項 3 に記載の発明の効果に加えて、光学素子の移動量を求めることで、その移動量を適正に測定することができる。

【 0 1 7 8 】

本願請求項 5 に記載の発明によれば、前記請求項 3 または請求項 4 に記載の発明の効果に加えて、光学素子の移動量をドリフトの影響を回避しつつ高精度に計測することができる。

【 0 1 7 9 】

本願請求項 6 に記載の発明によれば、前記請求項 3 ～請求項 5 のいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、光学素子を光軸方向へ高精度に駆動させることができるとともに、チルト駆動させることができる。

【 0 1 8 0 】

本願請求項 7 に記載の発明によれば、前記請求項 6 に記載の発明の効果に加えて、駆動装置と計測装置とを連結部の外周部に嵩張ることなく配置することができて、鏡筒を外径方向に対してコンパクトに構成することができる。また、駆動装置及び計測装置のメンテナンスを容易に行うことができる。

【 0 1 8 1 】

本願請求項 8 に記載の発明によれば、前記請求項 1 ～請求項 7 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、駆動機構を連結部の外周面から大きく突出することなく配置することができる。また、駆動機構が鏡筒を光学素子の光軸方向に大型化させることがなく、鏡筒をコンパクトに構成することができる。

【 0 1 8 2 】

本願請求項 9 に記載の発明によれば、前記請求項 8 に記載の発明の効果に加え

て、アクチュエータの駆動力を歪みが生じることなく保持部に伝達することができて、光学素子を高精度に駆動させるのに好適である。

【 0 1 8 3 】

本願請求項 1 0 に記載の発明によれば、前記請求項 9 に記載の発明の効果に加えて、回転ピボットの摩擦抵抗を低減することができて、アクチュエータの駆動力を保持部に歪みなく好適に伝達することができる。

【 0 1 8 4 】

本願請求項 1 1 に記載の発明によれば、前記請求項 8 ～請求項 1 0 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、アクチュエータを連結部の外周に突出することなく、開口部内に収容することができて、鏡筒を一層コンパクトに構成することができる。また、アクチュエータを開口部から連結部の外表面に露出させることもでき、アクチュエータのメンテナンスを容易に行うこともできる。

【 0 1 8 5 】

本願請求項 1 2 に記載の発明によれば、前記請求項 8 ～請求項 1 1 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、光学素子を駆動するためのアクチュエータとして、高精度、低発熱、高剛性及び高クリーン度の優れた特性を発揮することができる。

【 0 1 8 6 】

本願請求項 1 3 に記載の発明によれば、前記請求項 1 ～請求項 1 2 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、駆動機構の変位に基づいて、保持部と連結部とを相対移動させる際に、その相対移動を第 2 リンク機構により所定の方角へ正確に案内することができる。よって、光学素子を高精度に駆動する構成として好適である。

【 0 1 8 7 】

本願請求項 1 4 に記載の発明によれば、前記請求項 1 3 に記載の発明の効果に加えて、アクチュエータの変位方向と光学素子の移動方向が異なる場合でも、第 1 リンク機構によりアクチュエータの変位を光学素子の移動方向に一致するように変換して保持部に伝達することができる。よって、構成の簡略化を図ることができる。

【 0 1 8 8 】

本願請求項 1 5 に記載の発明によれば、前記請求項 1 3 または請求項 1 4 に記載の発明の効果に加えて、駆動機構の僅かな変位を変位拡大機構により大きな変位に拡大することができて、保持部と連結部とを大きな変位量で相対移動させることができる。よって、光学素子を高精度に駆動する構成として好適である。

【 0 1 8 9 】

本願請求項 1 6 に記載の発明によれば、前記請求項 1 5 に記載の発明の効果に加えて、第 1 リンク機構を保持部及び連結部と一体の部材で形成することができる。従って、構造を簡略化することができるとともに、部品点数を減少させることができる。

【 0 1 9 0 】

本願請求項 1 7 に記載の発明によれば、前記請求項 1 6 に記載の発明の効果に加えて、第 1 リンク機構の構造が簡単で部品点数を減少させることができる。

本願請求項 1 8 に記載の発明によれば、前記請求項 1 3 ～請求項 1 7 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、アクチュエータの変位に基づいて、第 1 保持部と連結部とを相対移動させる際に、その相対移動を第 2 リンク機構により所定の方向へ正確に案内することができる。このため、第 1 の光学素子を、より正確にその光軸方向に駆動及びチルト駆動させることができる。

【 0 1 9 1 】

本願請求項 1 9 に記載の発明によれば、前記請求項 1 7 または請求項 1 8 に記載の発明の効果に加えて、第 2 リンク機構の構造が簡単で部品点数を減少させることができるとともに、光学素子の径方向変位をより確実に規制することができて、光学素子を光軸方向に沿ってより正確に移動させることができる。また、平行リンク機構の捩じれ方向の柔軟性が増すため、光学素子のチルト動作の可動範囲を拡大することができる。

【 0 1 9 2 】

本願請求項 2 0 に記載の発明によれば、前記請求項 1 ～請求項 1 9 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、複数の光学素子保持装置の連結部を、それらの取付面にて重合させることにより、光学素子の光軸方向へ安定状態で積層

配置することができる。

【 0 1 9 3 】

本願請求項 2 1 に記載の発明によれば、前記請求項 1 3 ～請求項 1 9 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、光学素子のチルト動作時等においても径方向変位が生じることなく、光学素子を光軸方向へより正確に移動させることができる。

【 0 1 9 4 】

本願請求項 2 2 に記載の発明によれば、前記請求項 1 ～請求項 2 1 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、駆動機構による第 1 保持部の可動範囲を拡大することができて、光学素子を高精度に駆動する構成として好適である。

【 0 1 9 5 】

本願請求項 2 3 に記載の発明によれば、前記請求項 2 に記載の発明の効果に加えて、第 1 保持部と連結部とを内側のインナリング部と外側のアウトリング部とにずらして配置することで、鏡筒をコンパクトに構成することができるとともに、連結部において光学素子の光軸方向へ順に積層配置することができる。このため、鏡筒の中間部付近に位置する光学素子であっても、駆動機構により高精度に駆動することができる。

【 0 1 9 6 】

本願請求項 2 4 に記載の発明によれば、前記請求項 2 3 に記載の発明の効果に加えて、前記請求項 1 1 に記載の発明の効果とほぼ同様の効果が得られる。

本願請求項 2 5 に記載の発明によれば、前記請求項 2 3 または請求項 2 4 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、前記請求項 1 3 に記載の発明の効果とほぼ同様の効果が得られる。

【 0 1 9 7 】

本願請求項 2 6 に記載の発明によれば、前記請求項 2 3 ～請求項 2 5 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、前記請求項 2 0 に記載の発明の効果とほぼ同様の効果が得られる。

【 0 1 9 8 】

本願請求項 2 7 に記載の発明によれば、前記請求項 2 3 ～請求項 2 6 のうちい

ずれか一項に記載の発明の効果に加えて、前記請求項 5 に記載の発明の効果とほぼ同様の効果が得られる。

【 0 1 9 9 】

本願請求項 2 8 に記載の発明によれば、前記請求項 1 ～請求項 2 7 のうちいずれか一項に記載の発明の効果に加えて、駆動機構のわずかな変位でもって、光学素子をより高精度に駆動することができる。

【 0 2 0 0 】

本願請求項 2 9 に記載の発明によれば、前記請求項 1 及び請求項 2 に記載の発明の効果とほぼ同様の効果が得られる。

本願請求項 3 0 に記載の発明によれば、前記請求項 2 9 に記載の発明の効果に加えて、前記請求項 1 8 に記載の発明とほぼ同様の効果が得られる。

【 0 2 0 1 】

本願請求項 3 1 に記載の発明によれば、鏡筒全体をコンパクトに構成することができるとともに、その内部の光学素子を容易かつ高精度に駆動調整することができる。

【 0 2 0 2 】

本願請求項 3 2 に記載の発明によれば、投影光学系の光学素子の収差を高精度に調整することができて、微細なパターンの像を基板上により正確に転写することができる。

【 0 2 0 3 】

本願請求項 3 3 に記載の発明によれば、露光精度を向上することができて、高集積度のデバイスを歩留まりよく生産することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 実施形態の露光装置を示す概略構成図。

【図 2】 図 1 の投影光学系における部分群鏡筒の一部切欠斜視図。

【図 3】 図 2 の部分群鏡筒の平面図。

【図 4】 図 3 の 4 - 4 線における断面図。

【図 5】 図 2 の部分群鏡筒の一部を拡大して示す要部側面図。

【図 6】 図 5 の 6 - 6 線における部分断面図。

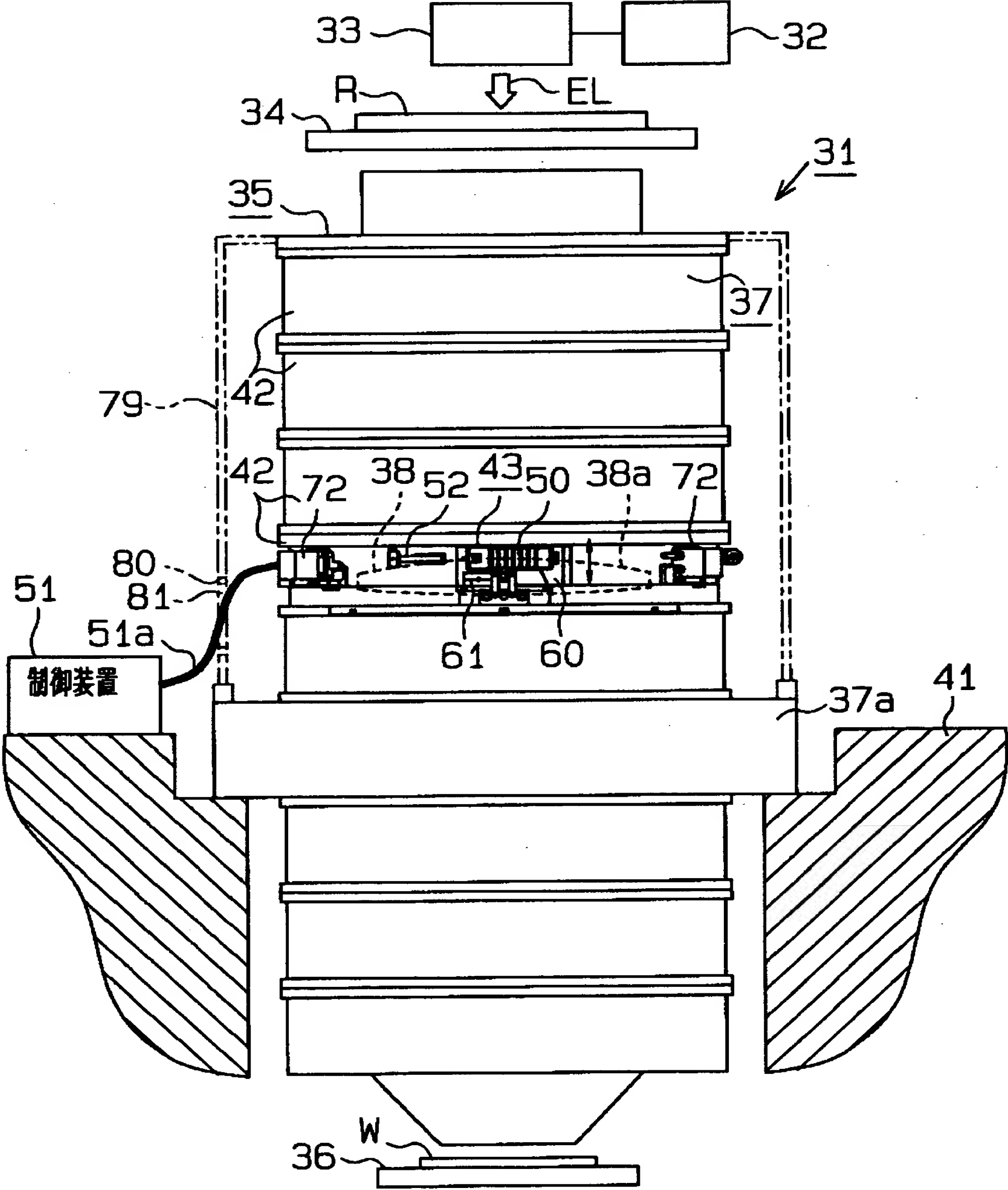
- 【図 7】 図 2 の部分群鏡筒の他部分を拡大して示す要部側面図。
- 【図 8】 図 7 の 8 - 8 線における部分断面図。
- 【図 9】 図 2 の部分群鏡筒の鏡筒本体を示す斜視図。
- 【図 1 0】 図 9 の鏡筒本体の一部を拡大して示す要部斜視図。
- 【図 1 1】 図 5 の部分群鏡筒におけるアクチュエータ、変位拡大機構及び案内機構の部分をさらに拡大して示す要部側面図。
- 【図 1 2】 図 1 1 の構成の動作を説明する説明図。
- 【図 1 3】 アクチュエータの両端の結合構成を示す断面図。
- 【図 1 4】 変位拡大機構及び案内機構の弾性ヒンジ構成を拡大して示す部分側面図。
- 【図 1 5】 第 2 実施形態の部分群鏡筒の要部側面図。
- 【図 1 6】 図 1 5 の構成の動作を説明する説明図。
- 【図 1 7】 第 3 実施形態の部分群鏡筒の要部側面図。
- 【図 1 8】 図 1 7 の構成の動作を説明する説明図。
- 【図 1 9】 第 4 実施形態の部分群鏡筒の要部側面図。
- 【図 2 0】 第 5 実施形態の部分群鏡筒の要部側面図。
- 【図 2 1】 デバイスの製造例のフローチャート。
- 【図 2 2】 半導体デバイスの場合における図 2 1 のウエハ処理に関する詳細なフローチャート。
- 【図 2 3】 従来構成の投影光学系を示す概略構成図。
- 【図 2 4】 図 2 3 の投影光学系の変更構成を示す概略構成図。
- 【図 2 5】 図 2 3 の投影光学系の鏡筒の一部を示す分解斜視図。
- 【図 2 6】 図 2 3 の鏡筒における案内機構を拡大して示す部分断面図。
- 【図 2 7】 図 2 6 の案内機構の動作を説明する説明図。
- 【図 2 8】 図 2 6 の案内機構の動作を説明する説明図。

【符号の説明】

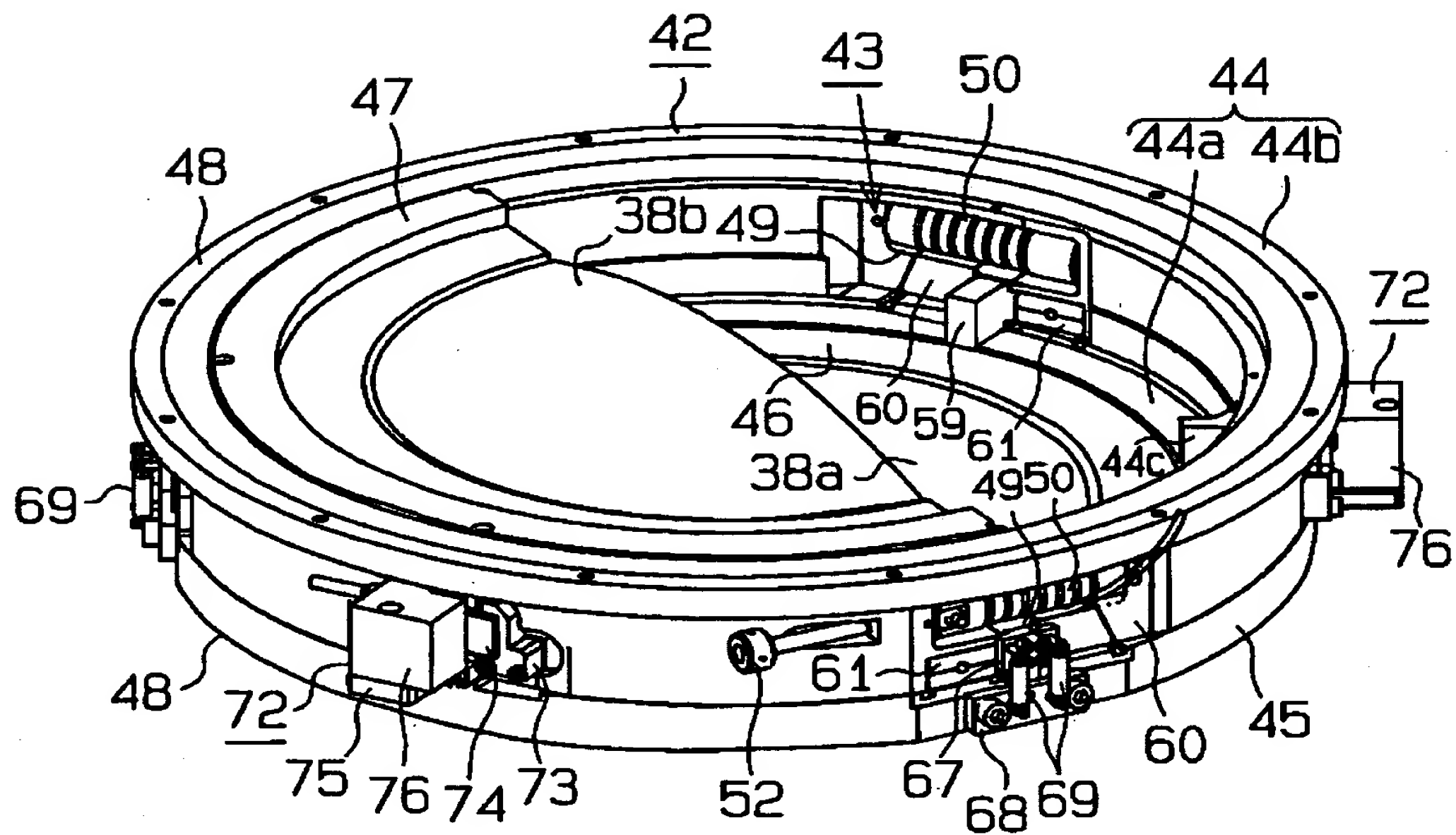
3 1 …露光装置、3 5 …投影光学系、3 7 …鏡筒、3 8 …光学素子としてのレンズ、3 8 a …光学素子としての（可動）レンズ、3 8 b …光学素子としての（静止）レンズ、4 2 …鏡筒の一部を構成する部分群鏡筒、4 3 …光学素子保持装

置、44 a…保持部及び第1保持部を構成するインナリング部、44 b…連結部及び第2保持部を構成するアウトリング部、48…取付面、49…開口部をなす切欠部、50…駆動機構としてのアクチュエータ、54…回転ピボット機構、60…第1リンク機構の機能を備える変位拡大機構、61…第2リンク機構の機能を備える案内手段としての案内機構、62…弾性ヒンジリンク機構、63…スリット、64…貫通孔、66…平行リンク機構、69…復帰機構としての引張りバネ、72…計測装置としてのセンサ、74…被測定部としてのスケール、75…計測ヘッドとしての検出ヘッド、85…リンク機構、85 a…レバー、R…マスクとしてのレチクル、W…基板としてのウエハ。

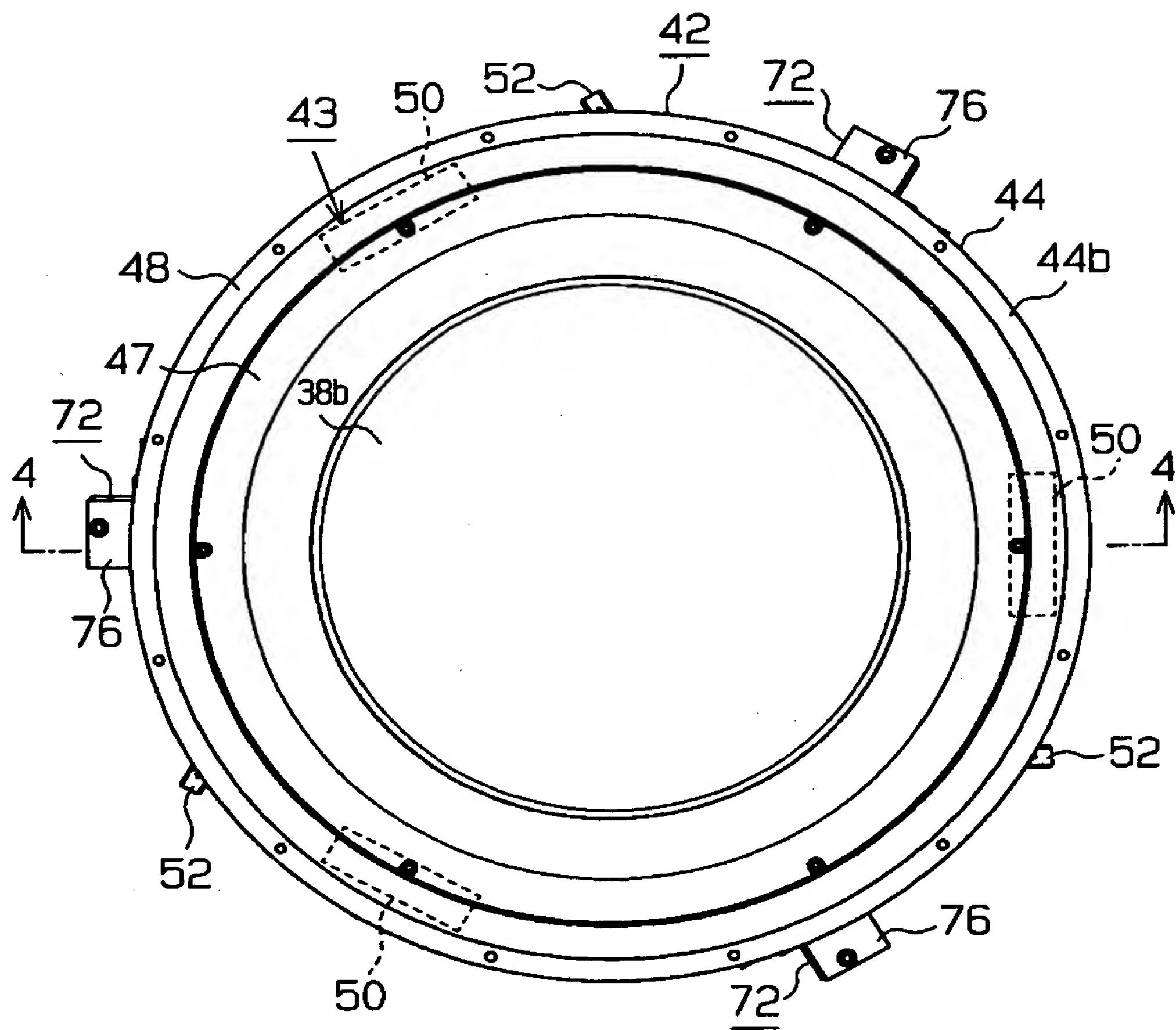
【書類名】 図面
【図 1】



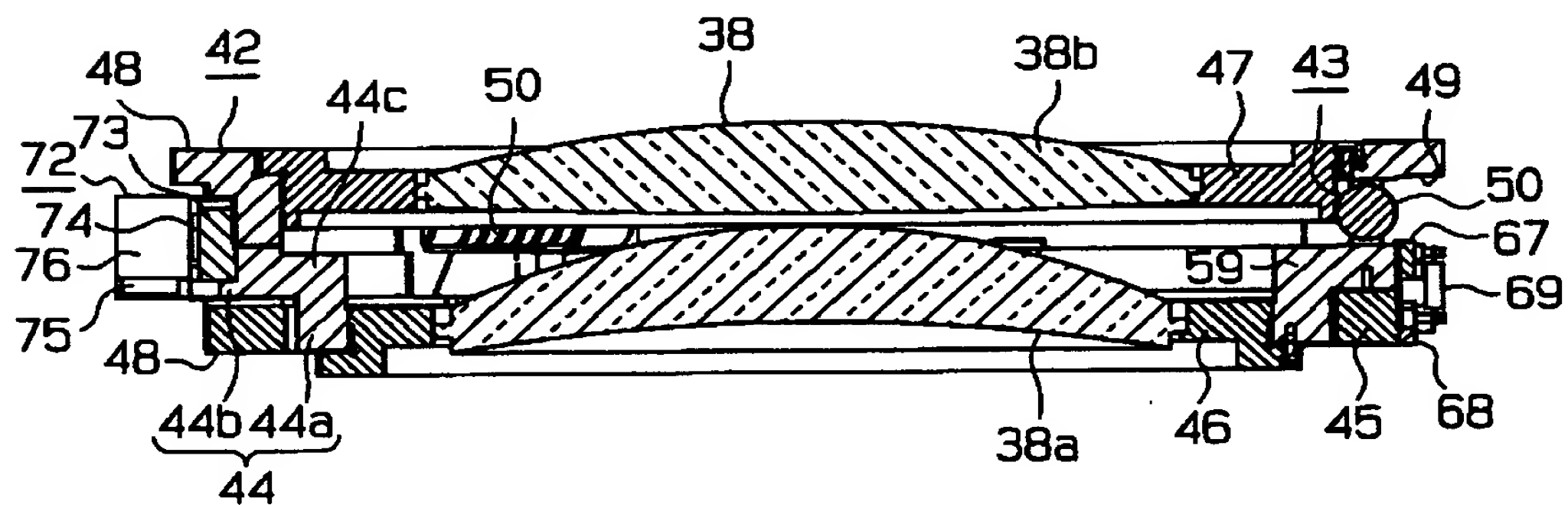
【図 2】



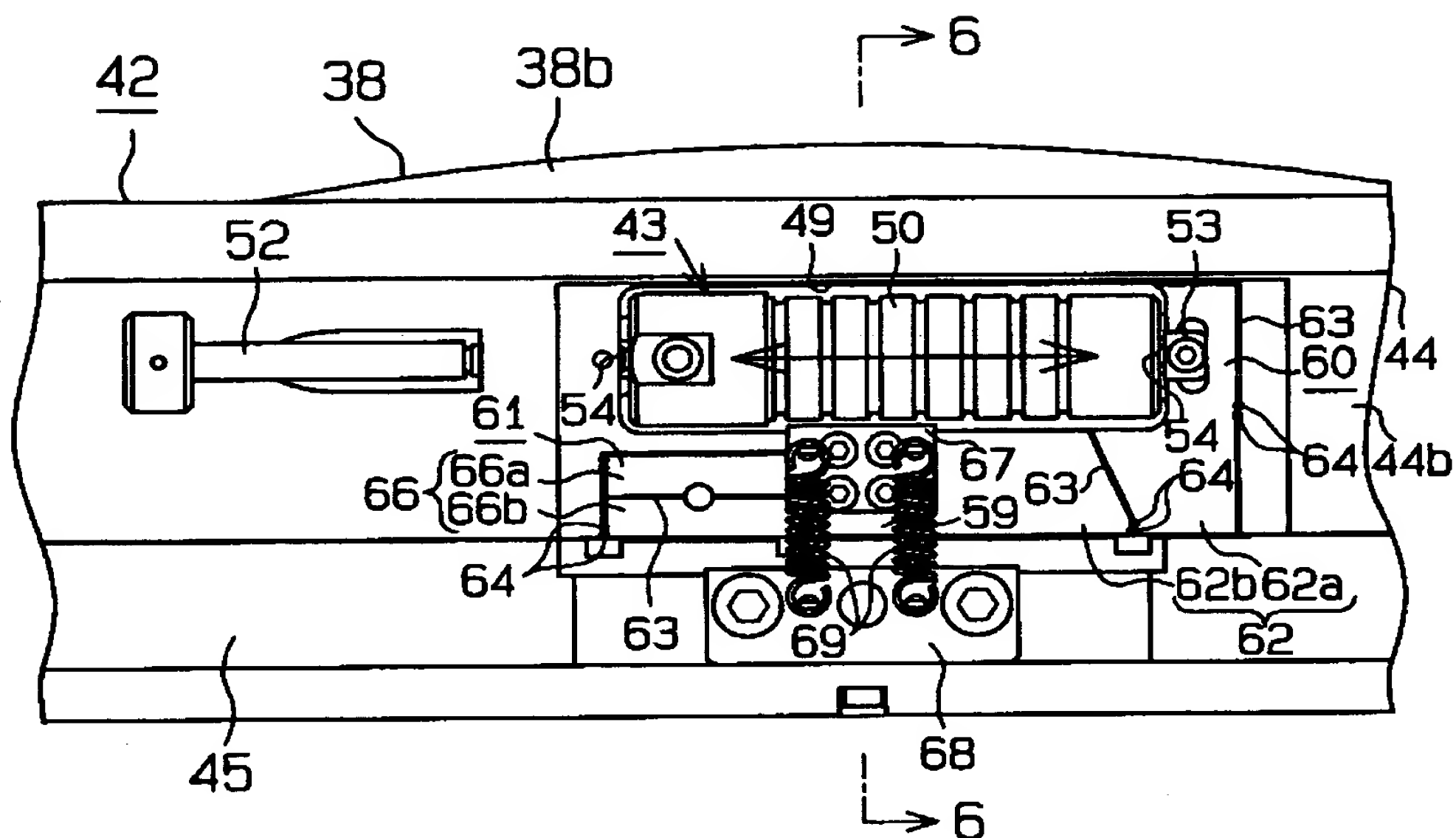
【図 3】



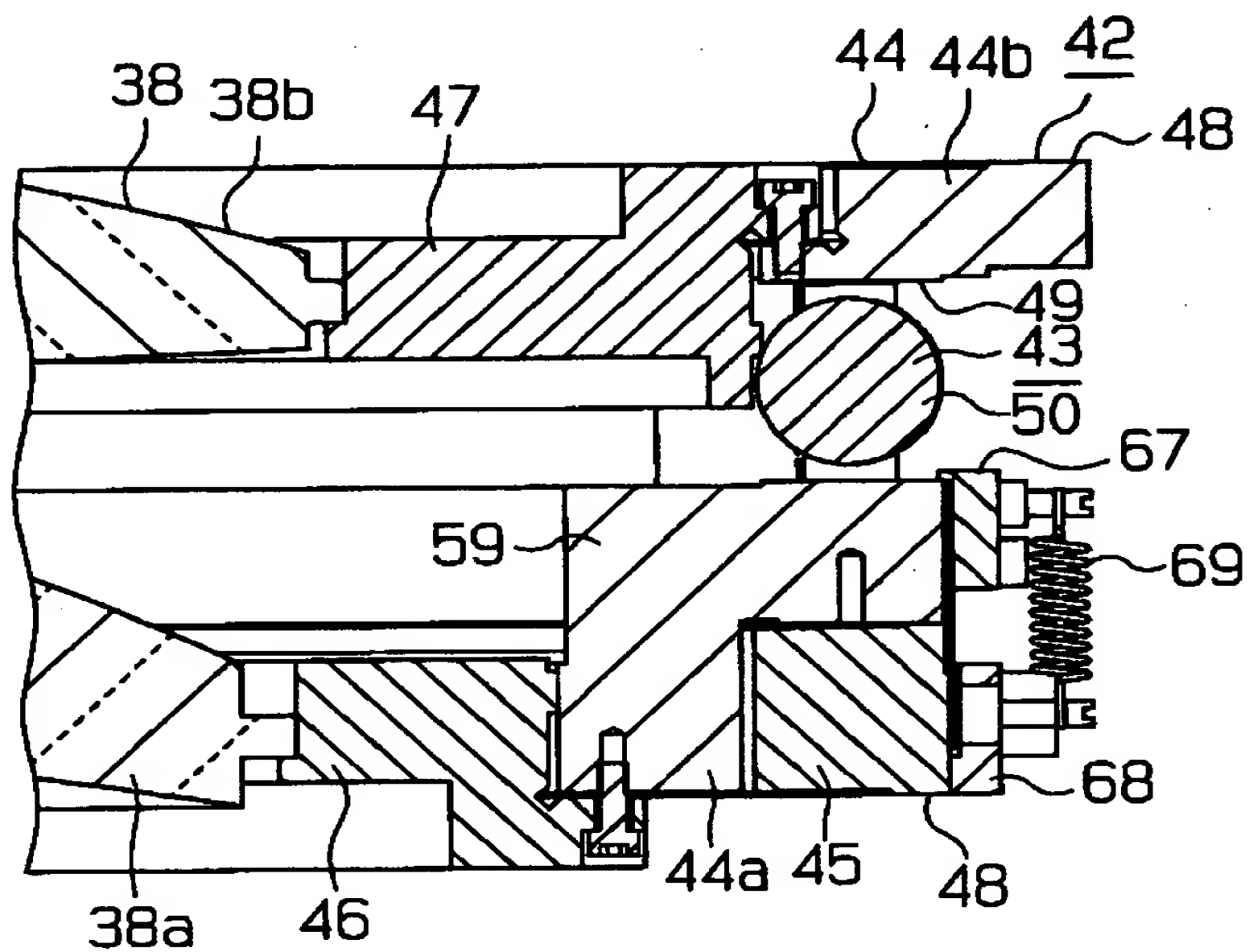
【図 4】



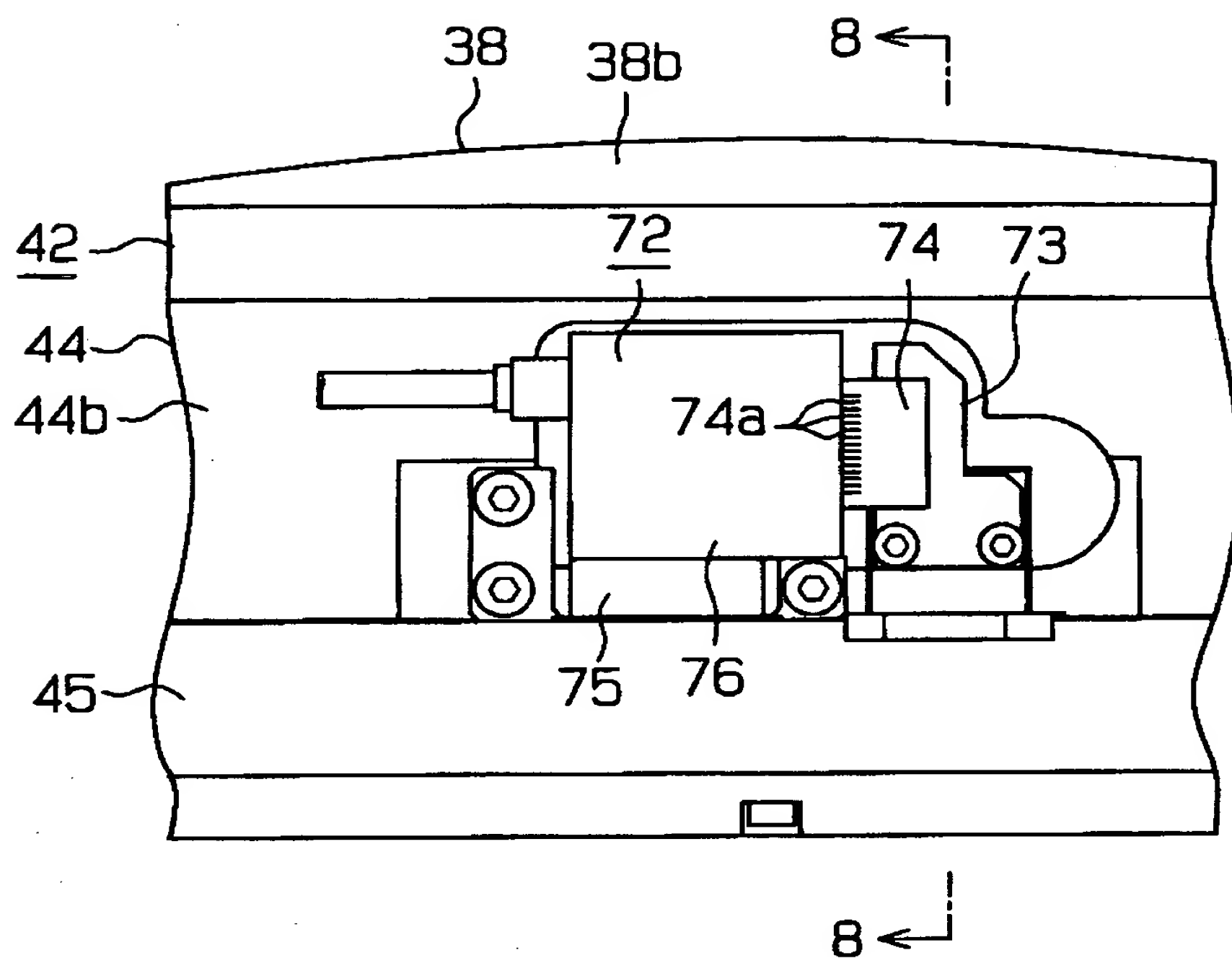
【図 5】



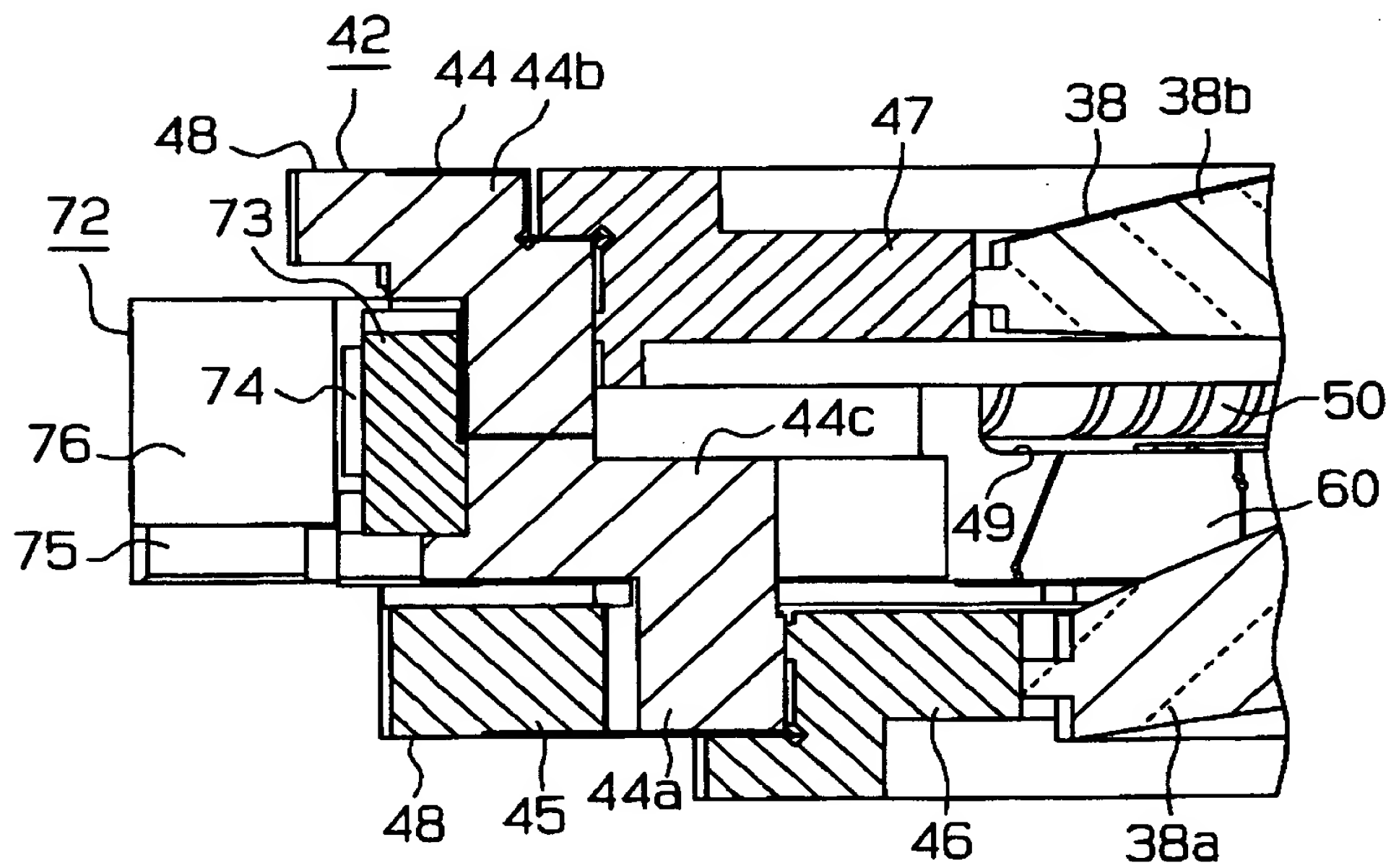
【図 6】



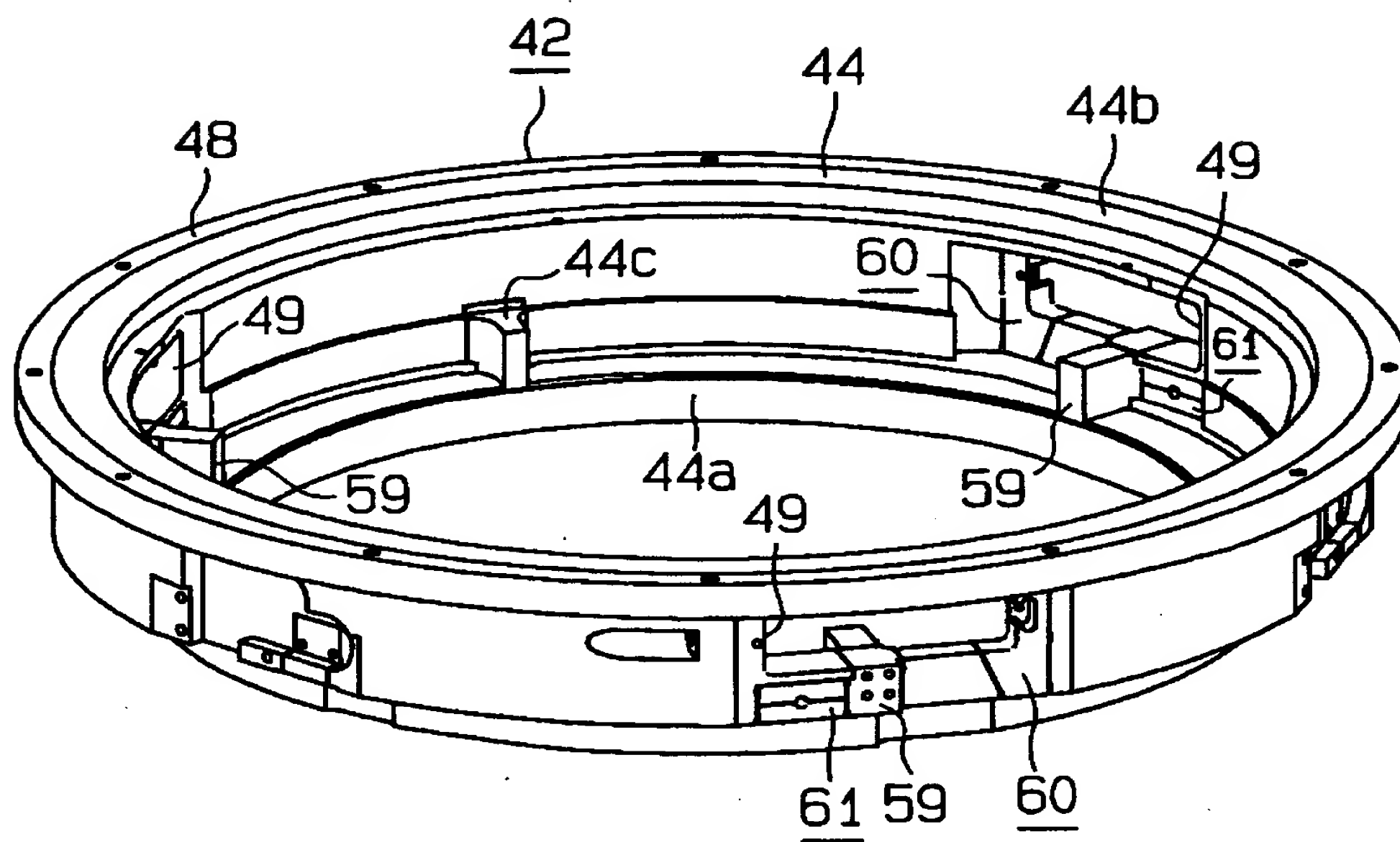
【図 7】



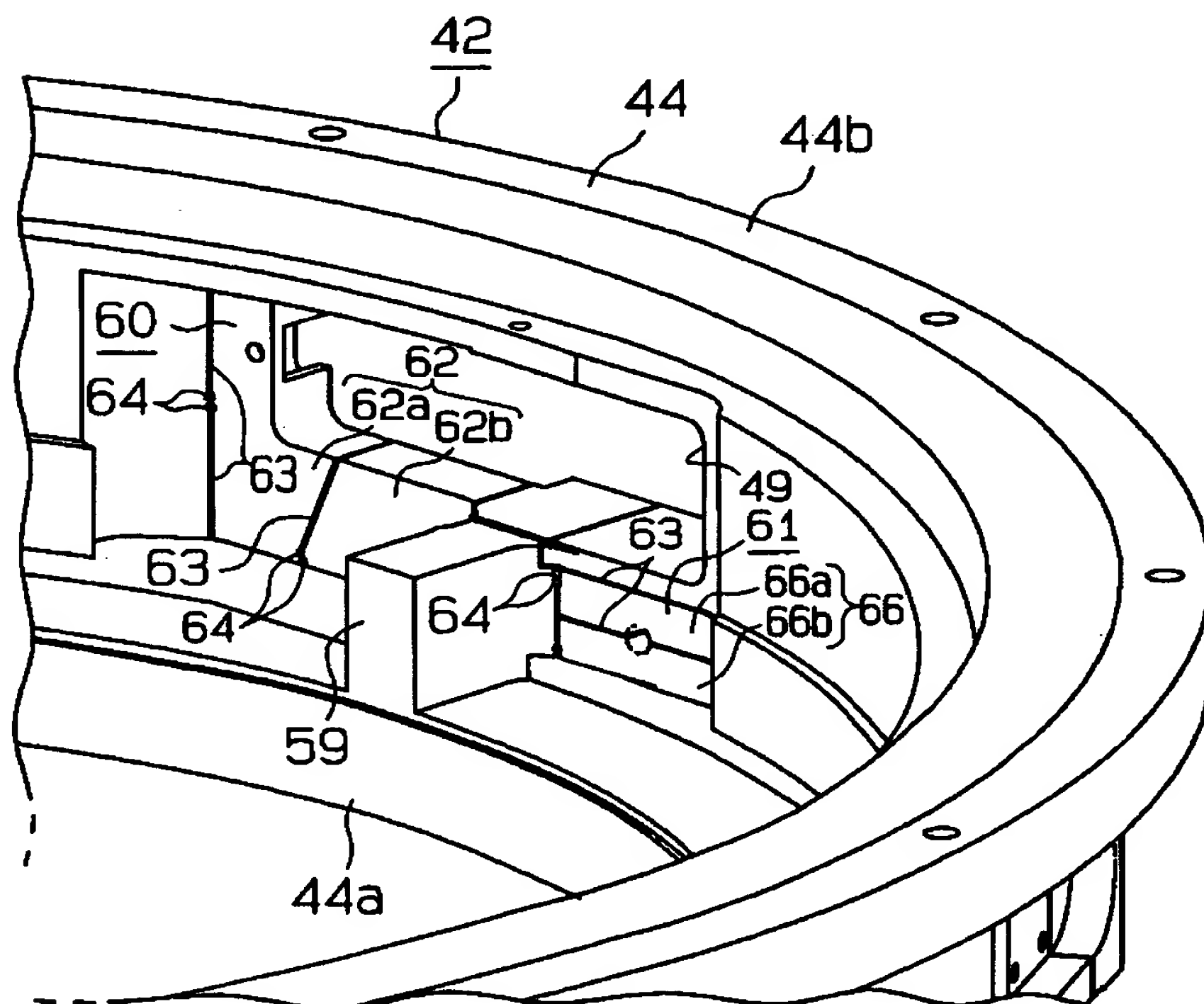
【図 8】



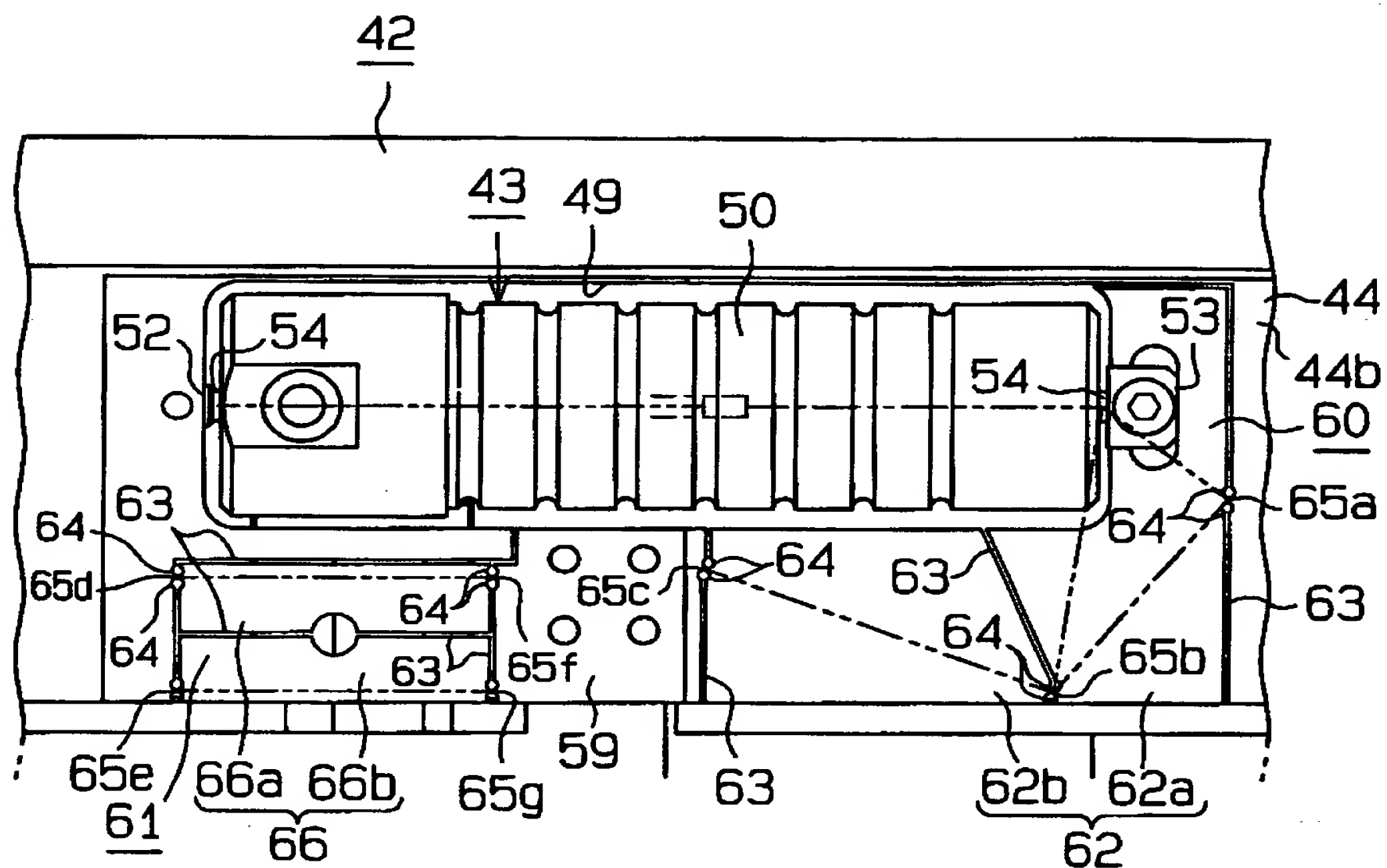
【図 9】



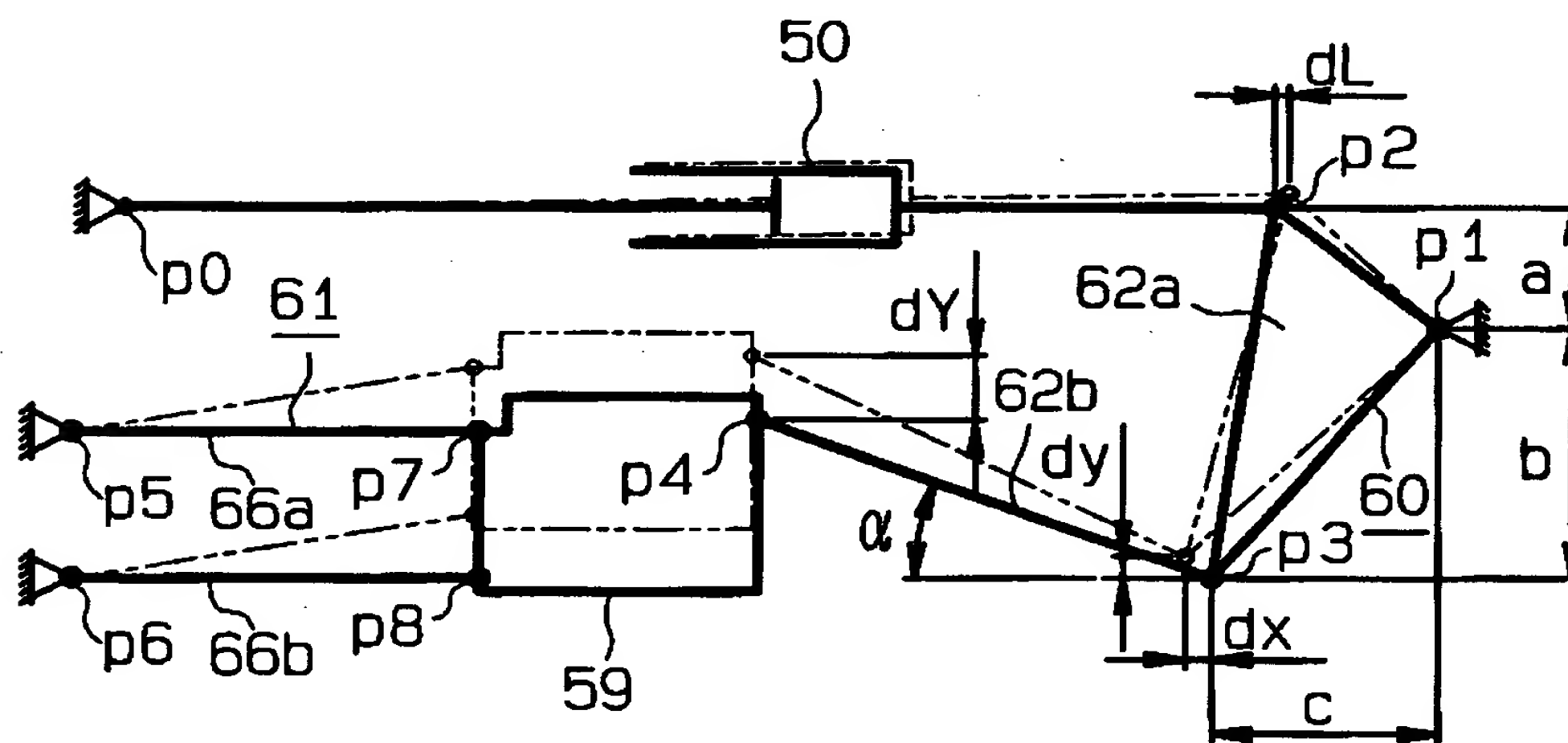
【図 1 0】



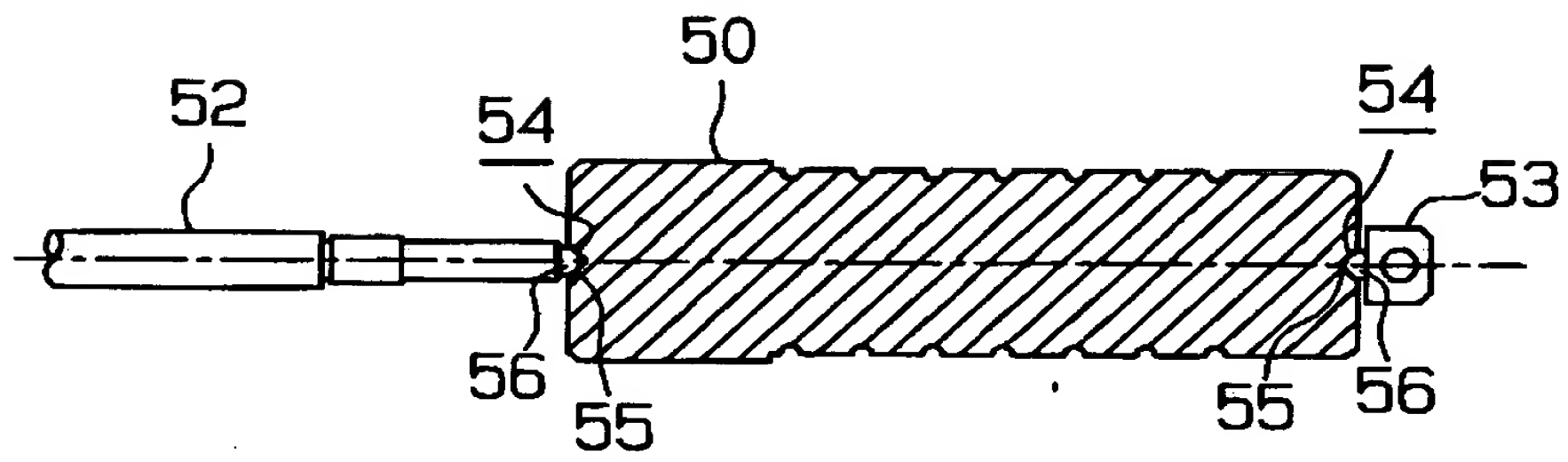
【図 1 1】



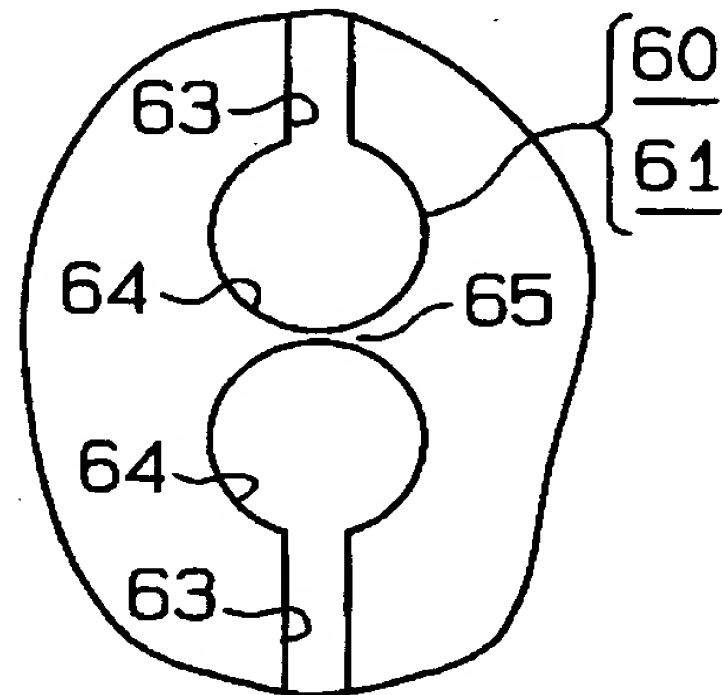
【図 1 2】



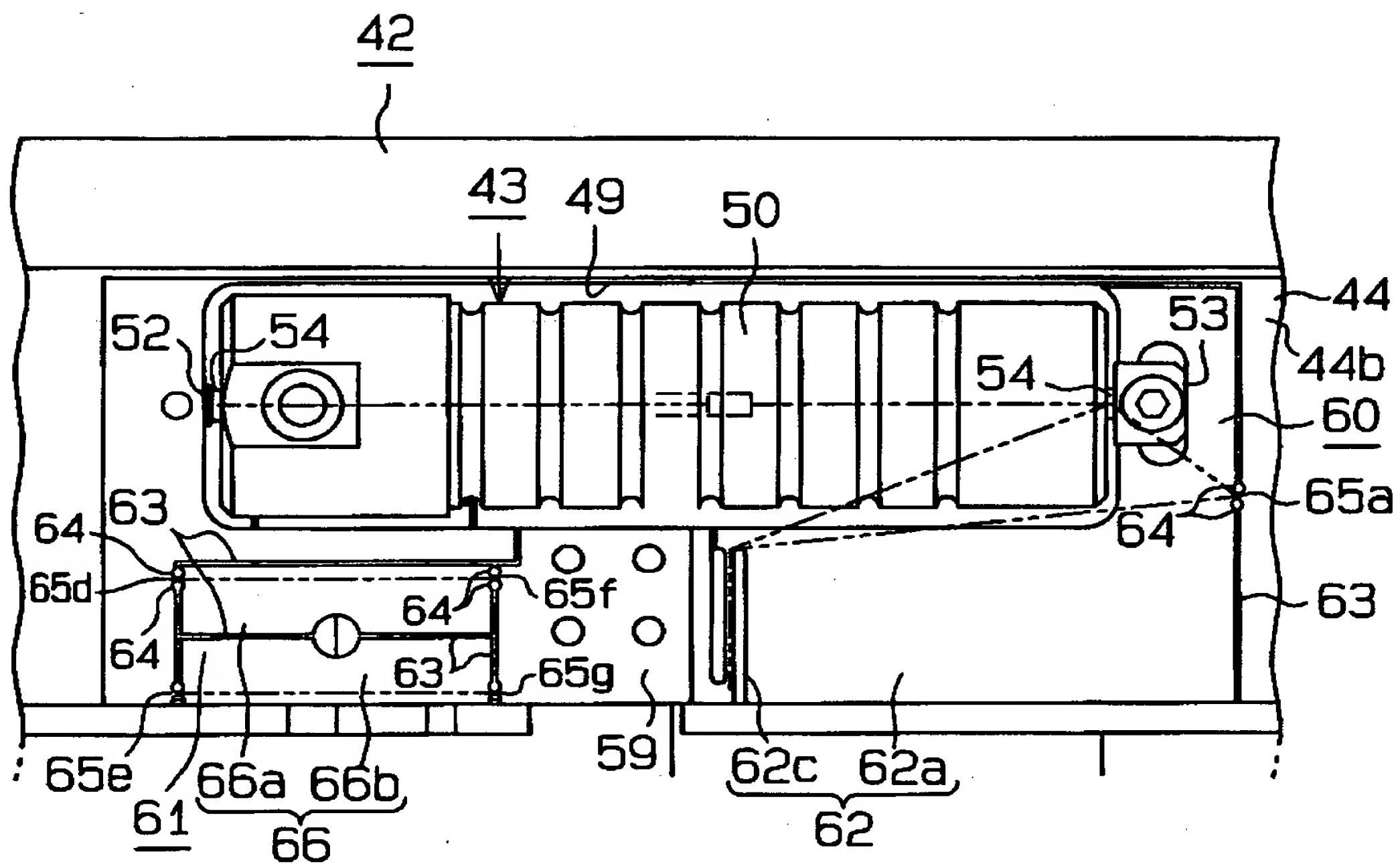
【図 1 3】



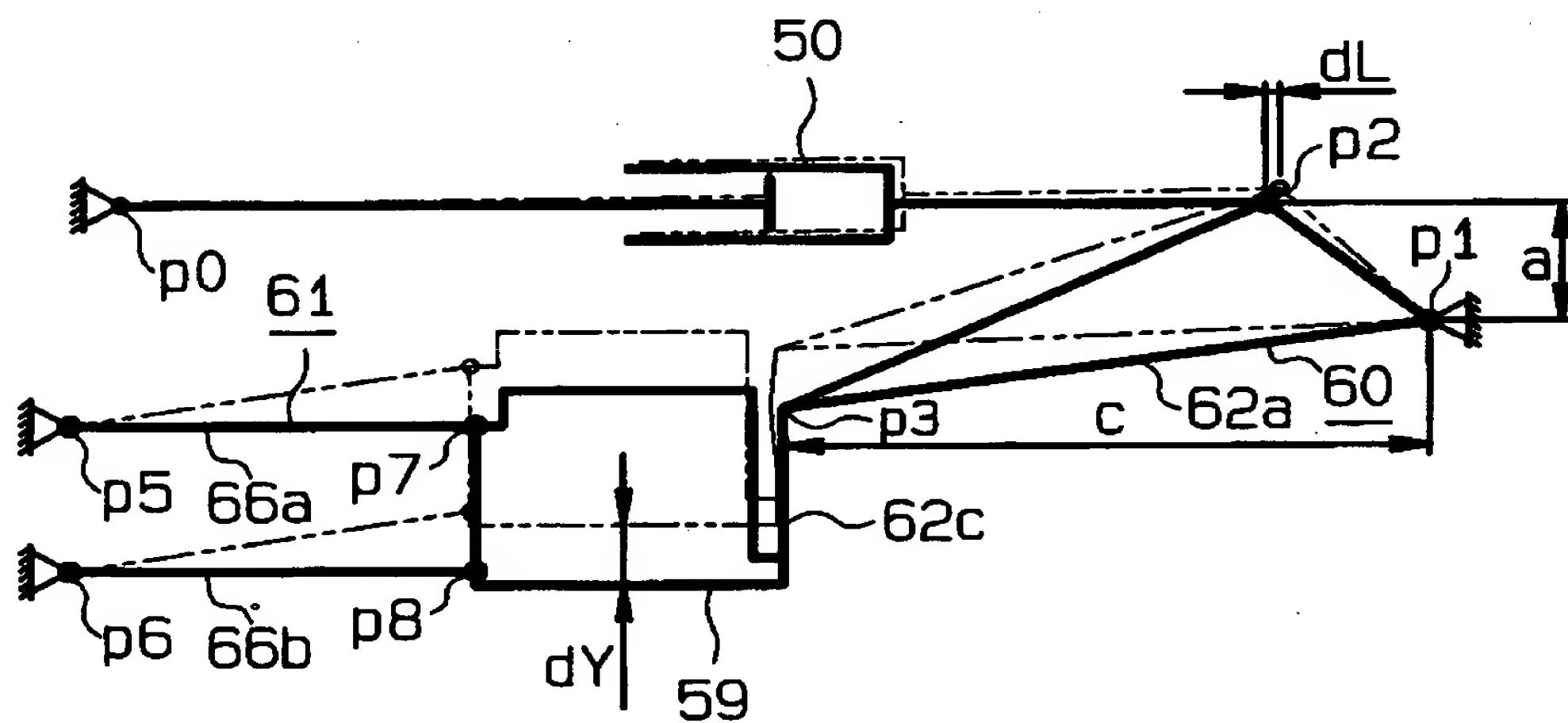
【図 1 4】



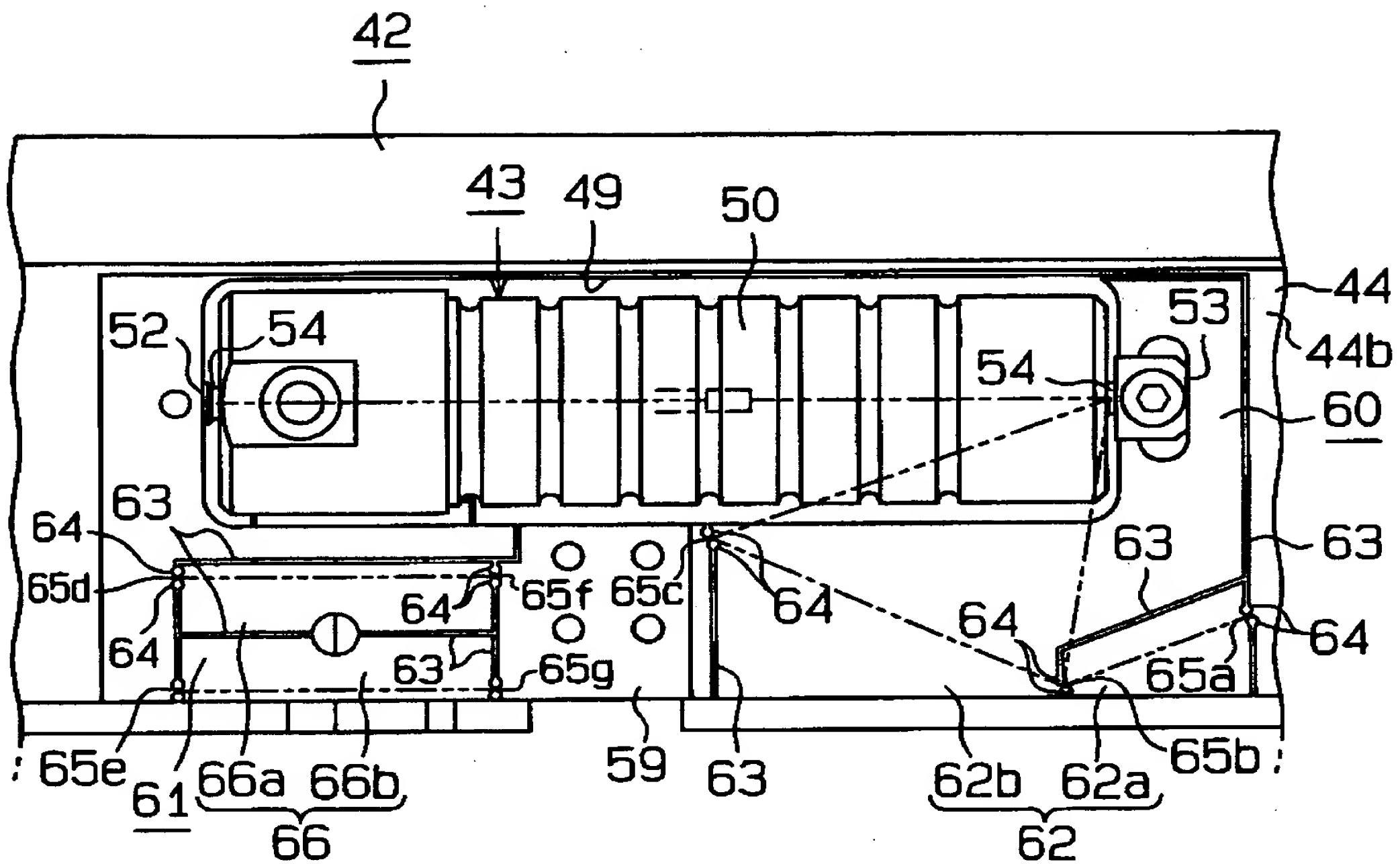
【図 15】



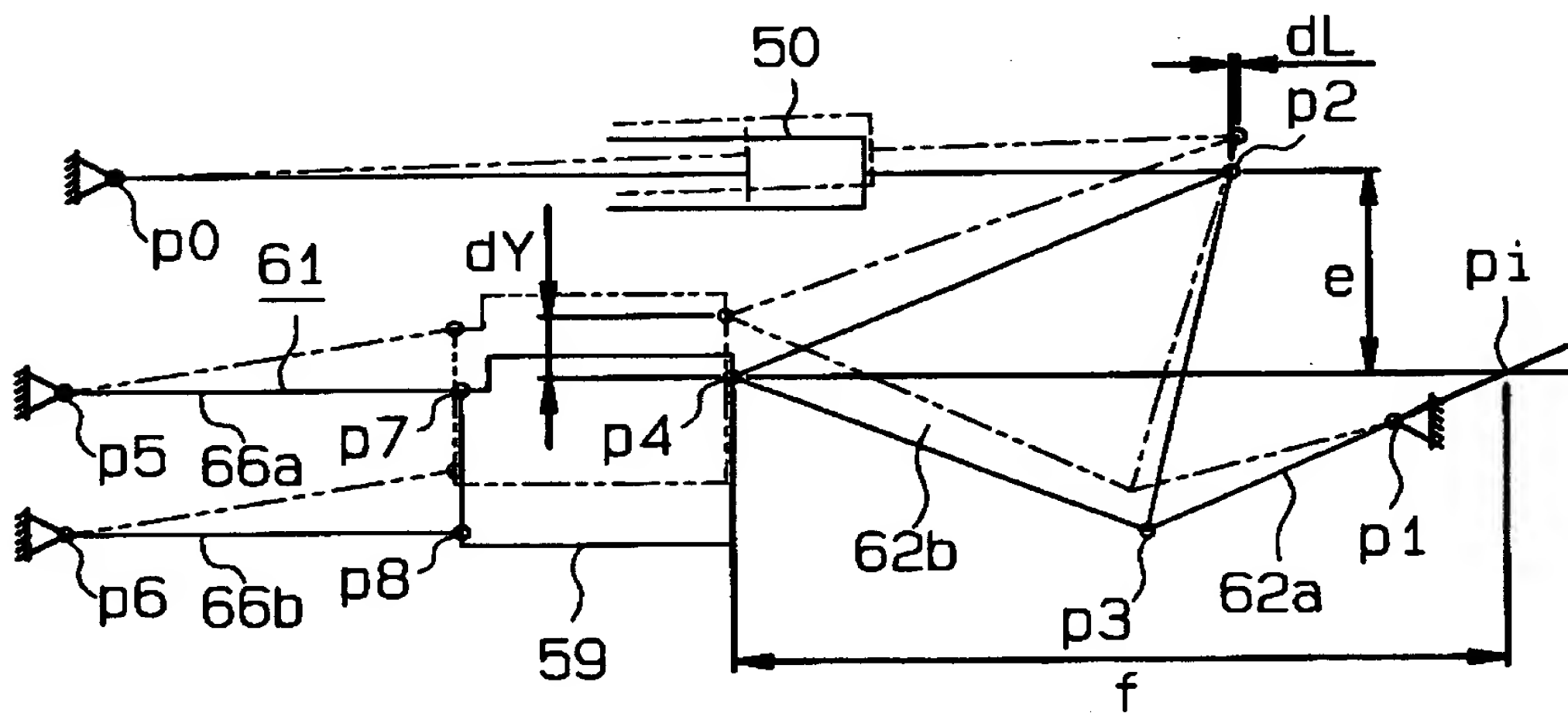
【図 16】



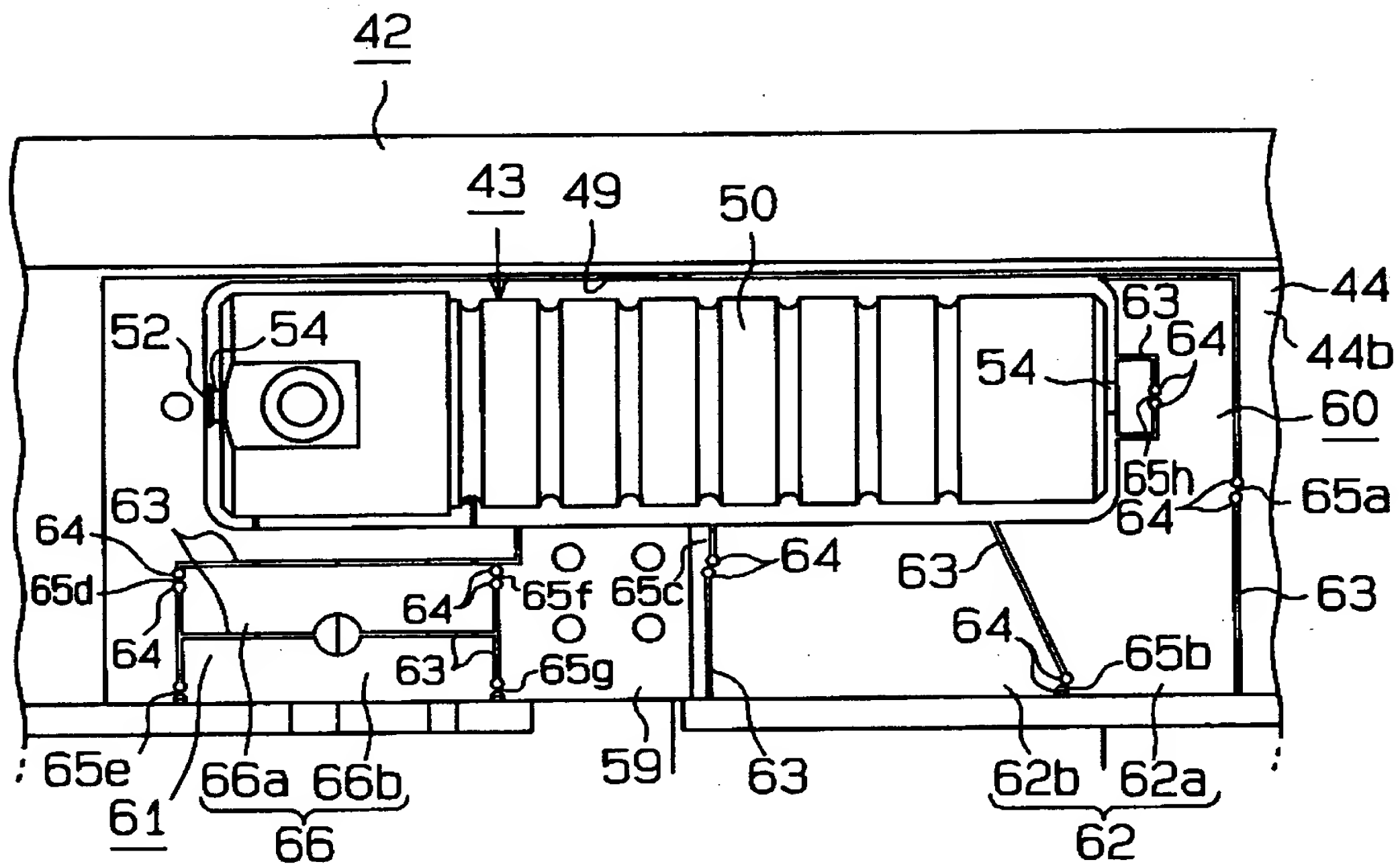
【図 1 7】



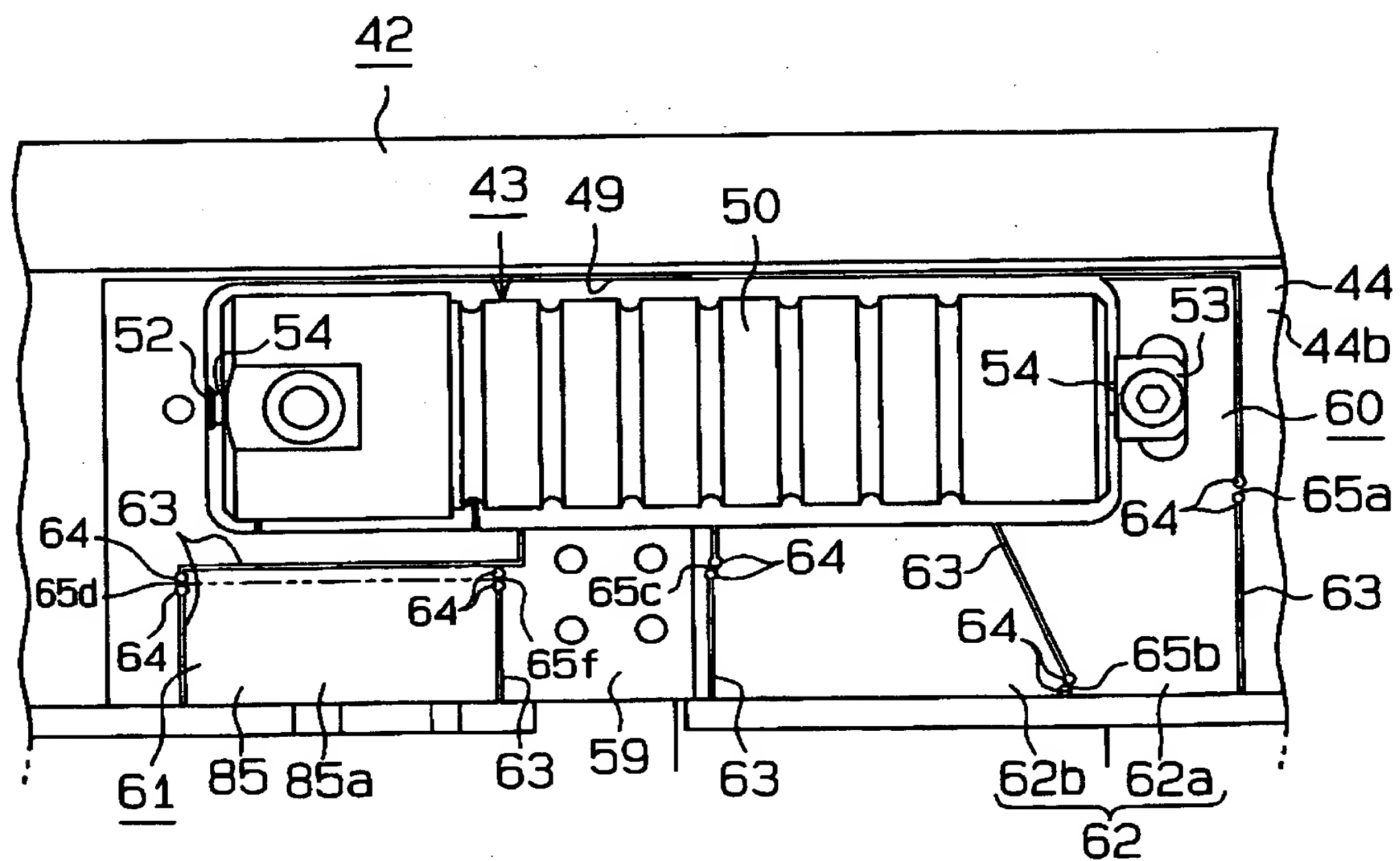
【図 1 8】



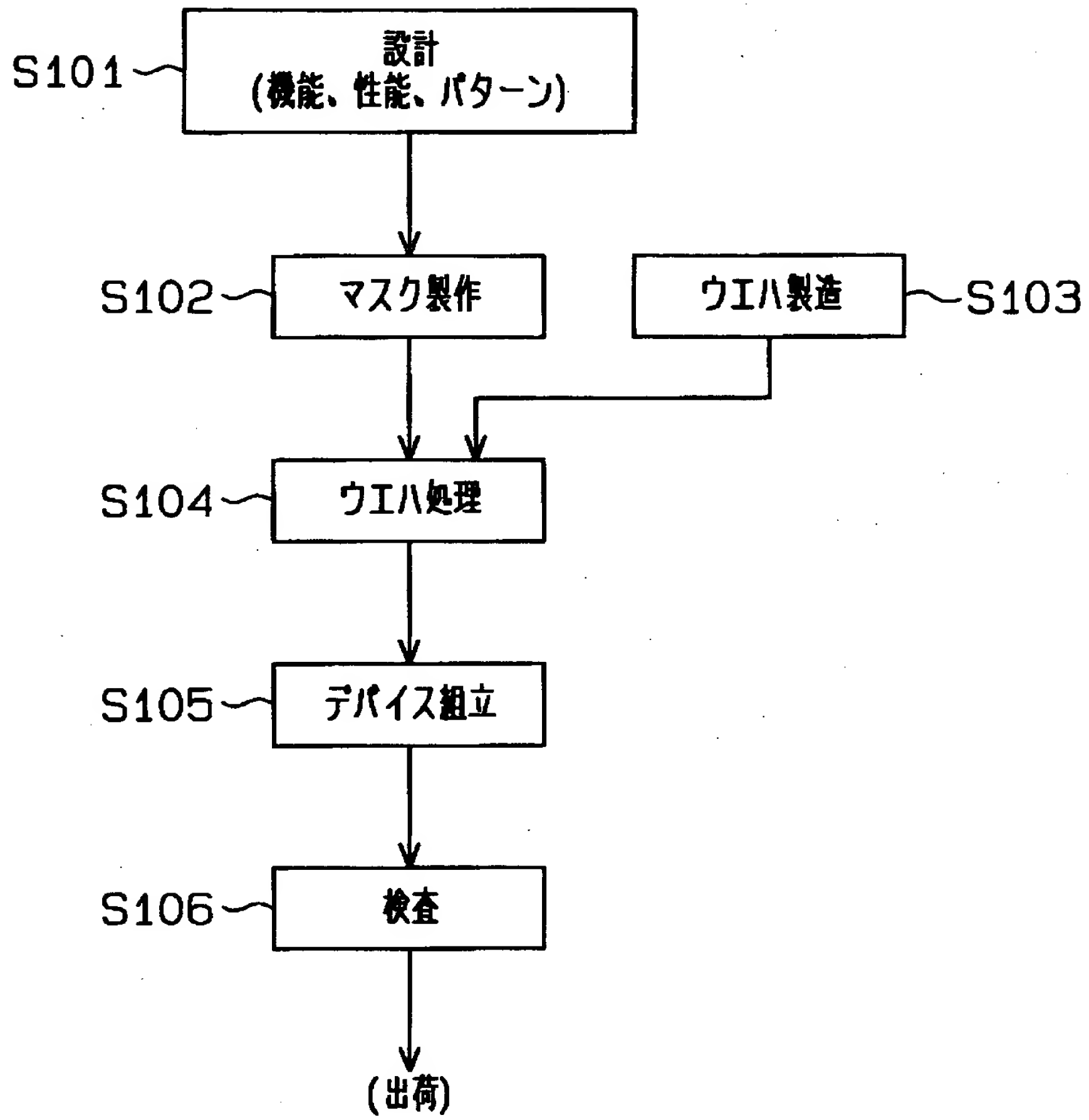
【図 19】



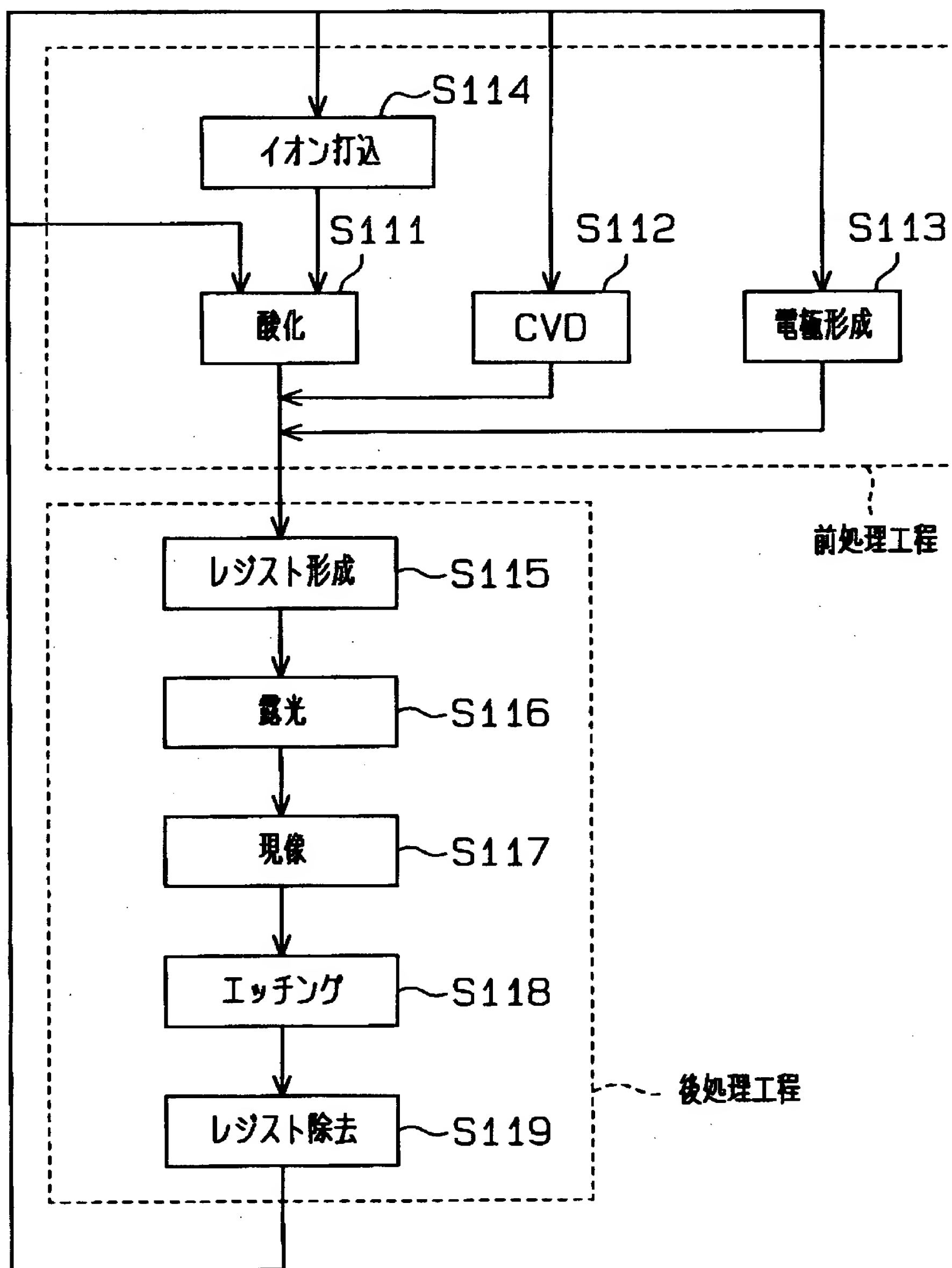
【図 20】



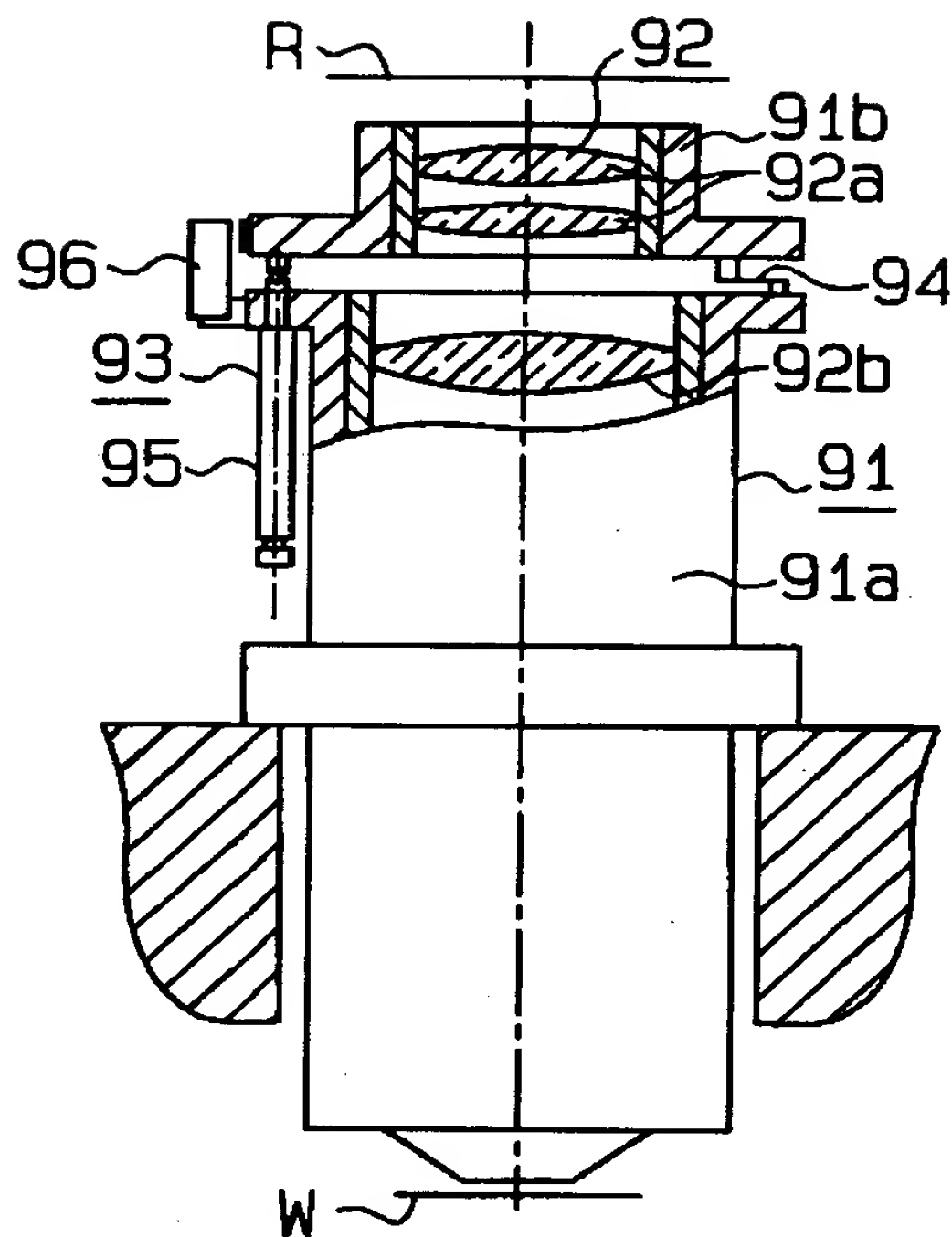
【図 2 1】



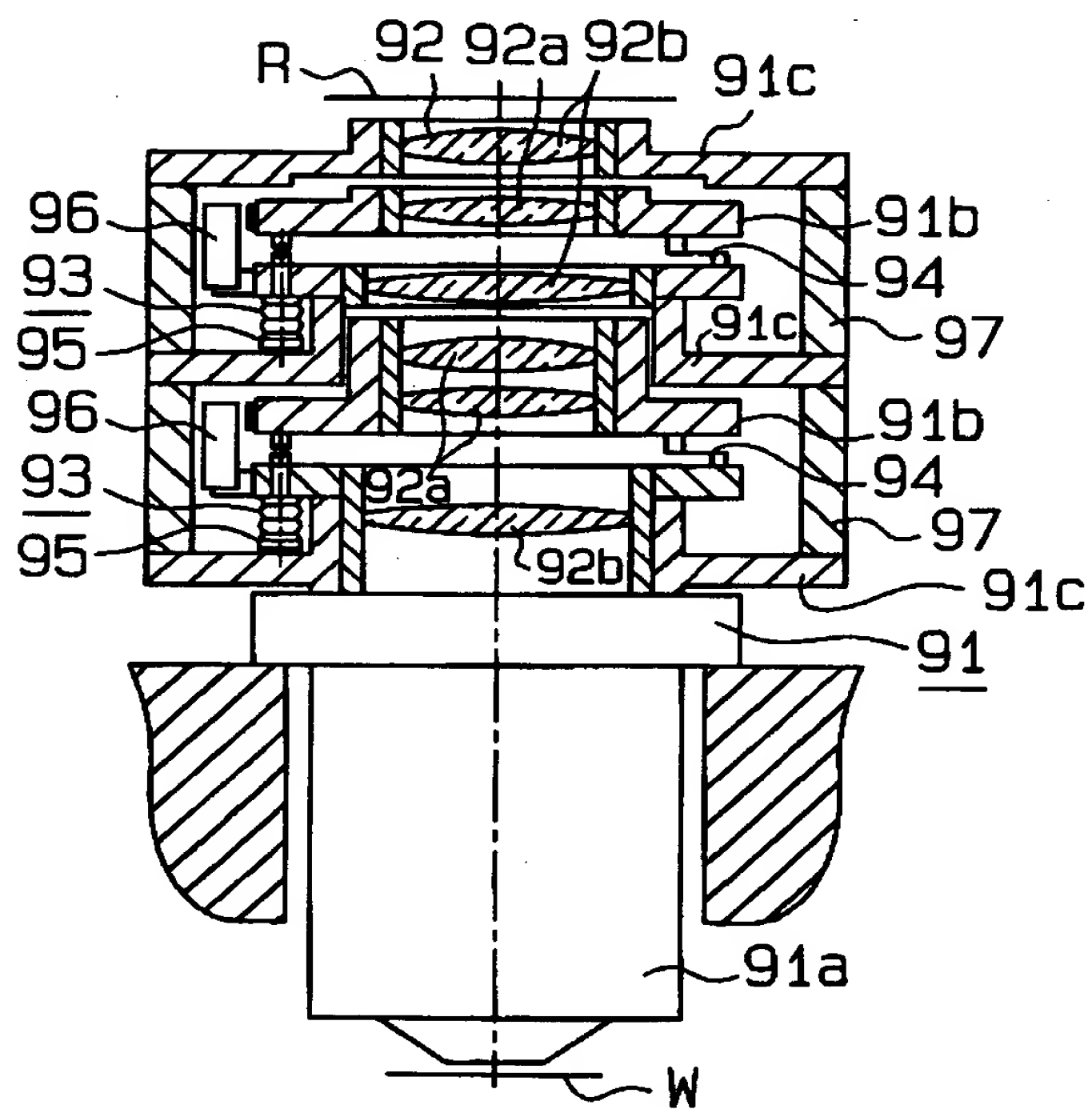
【図 2 2】



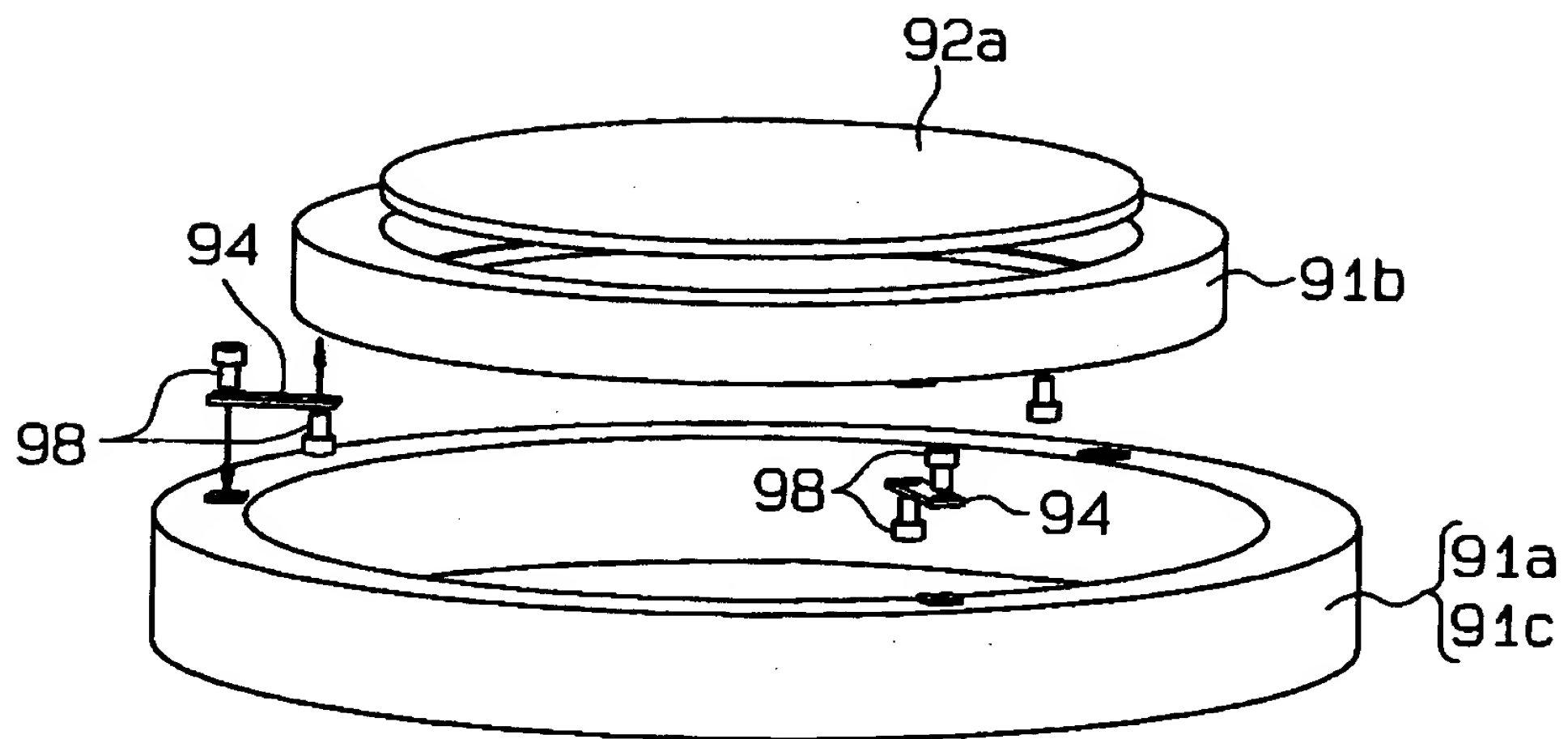
【図 2 3】



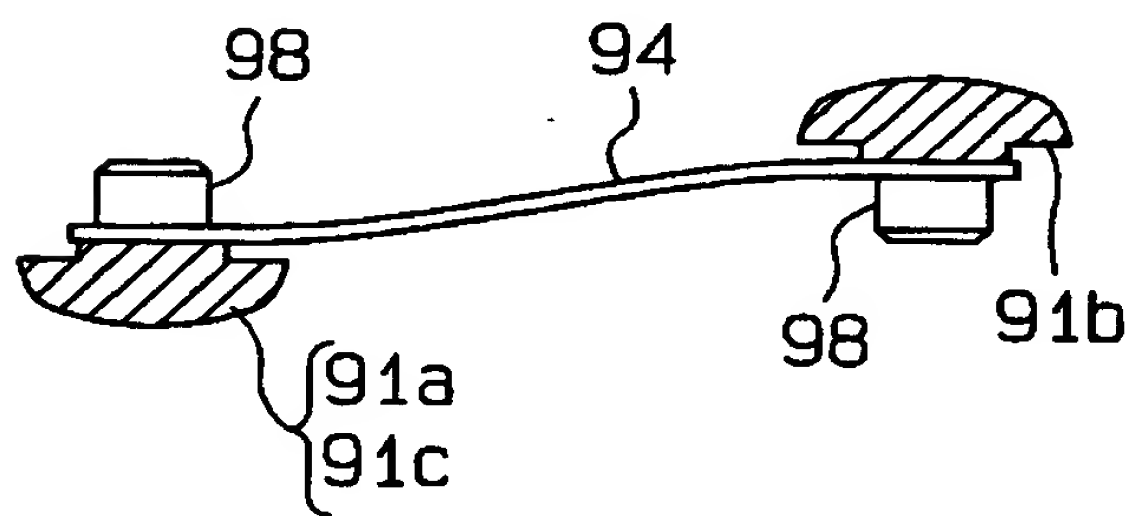
【図 2 4】



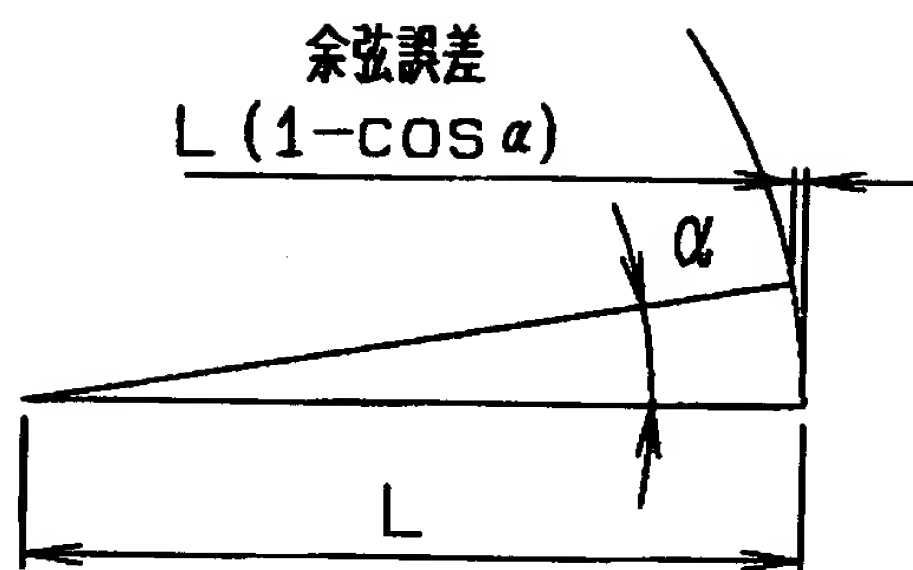
【図 2 5】



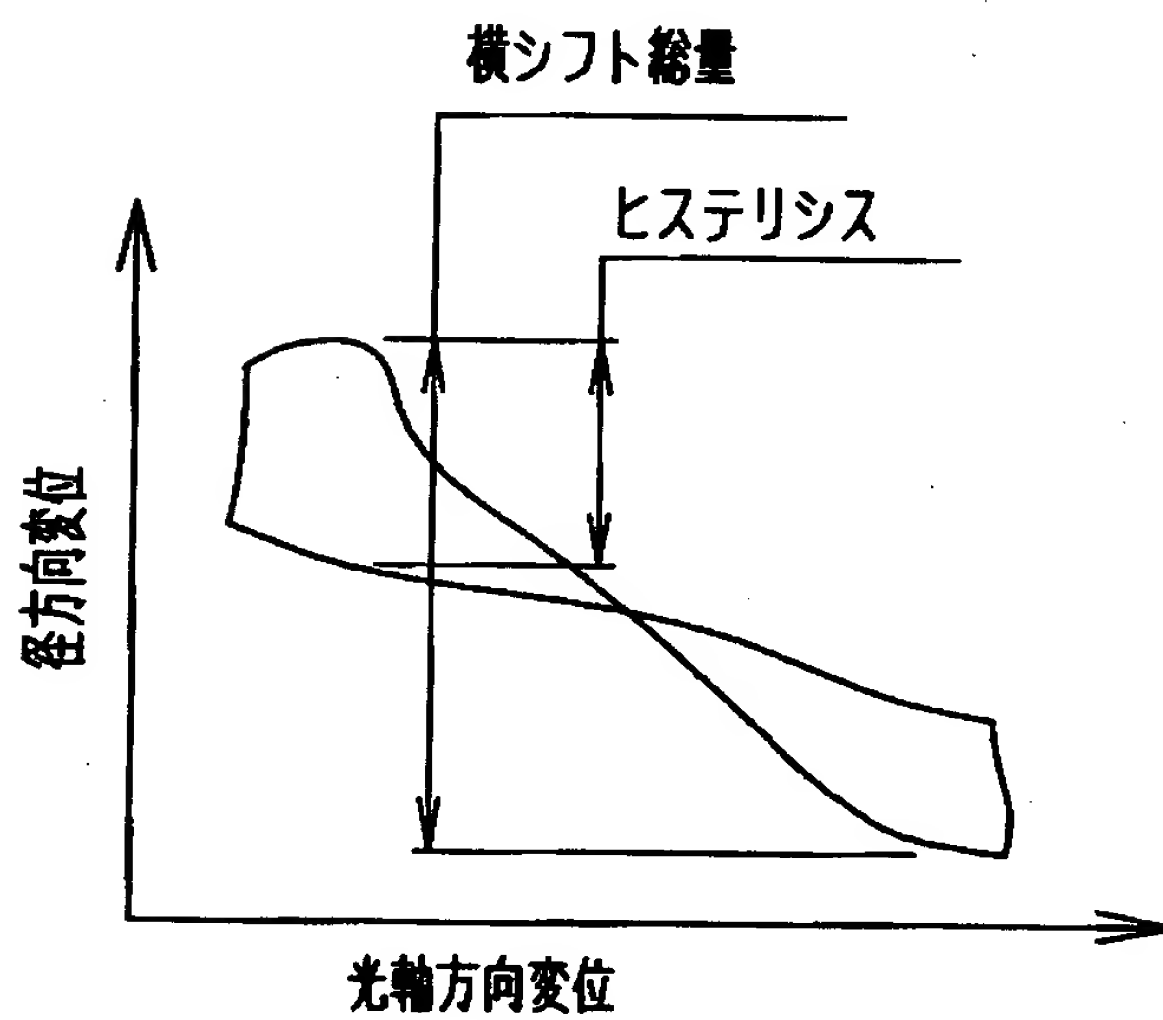
【図 2 6】



【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 鏡筒をコンパクトに構成することができるとともに、鏡筒の中間部付近の光学素子を高精度に駆動することができる光学素子保持装置を提供する。

【解決手段】 可動レンズ 3 8 a の周縁に係合してその可動レンズ 3 8 a を保持するインナリング部 4 4 a と、そのインナリング部 4 4 a に連結されるアウトリング部 4 4 b とを備える。アウトリング部 4 4 b をインナリング部 4 4 a と一体の部材で形成するとともに、そのインナリング部 4 4 a の外側に配置する。インナリング部 4 4 a とアウトリング部 4 4 b とを、アクチュエータ 5 0 の変位に基づいて可動レンズ 3 8 a の光軸にほぼ沿う方向に相対移動可能に連結する。

【選択図】 図 2

特2001-074702

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004112]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

氏 名 株式会社ニコン